



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



RETINOL U KRVI SISAJUĆE ANGUS TELADI

DIPLOMSKI RAD

Iva Vujec

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



Diplomski studij:

Hranidba životinja i hrana

RETINOL U KRVI SISAJUĆE ANGUS TELADI

DIPLOMSKI RAD

Iva Vujec

Mentor:

prof. dr. sc. Darko Grbeša

Zagreb, rujan, 2019.



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZJAVA STUDENTA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, **Iva Vujec**, JMBAG 0178101273, rođena 01.05.1996. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

RETINOL U KRVI SISAJUĆE ANGUS TELADI

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica/jedini autor ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana _____

Potpis studenta / studentice



Sveučilište u Zagrebu
Agronomski fakultet

University of Zagreb
Faculty of Agriculture



IZVJEŠĆE O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA

Diplomski rad studentice **Iva Vujec**, JMBAG 0178101273, naslova

RETINOL U KRVI SISAJUĆE ANGUS TELADI

obranjen je i ocijenjen ocjenom _____, dana _____.

Povjerenstvo:

potpisi:

- | | | | |
|----|--------------------------------------|--------|-------|
| 1. | prof. dr. sc. Darko Grbeša | mentor | _____ |
| 2. | doc. dr. sc. Kristina Kljak | član | _____ |
| 3. | izv. Prof. dr. sc. Miljenko Konjačić | član | _____ |

Zahvala

Veliku zahvalnost dugujem svom mentoru prof. dr. sc. Darku Grbeši na iskazanom vodstvu i povjerenju tijekom izrade ovog rada i na prenesenom znanju tijekom svih godina studiranja.

Također se zahvaljujem doc. dr. sc. Kristini Kljak na pomoći pri izradi ovog rada.

Zahvaljujem svim zaposlenicima Laboratorija za ispitivanje hrane za životinje na laboratorijskoj obradi prikupljenih uzoraka.

Hvala obitelji, dečku i prijateljima, posebno Mirjani Houri, na podršci tijekom studiranja.

Sadržaj

1. Uvod	1
1.1. Hipoteza	1
1.2. Cilj istraživanja.....	1
2. Pregled literature	2
2.1. Ekološko stočarstvo	2
2.2. Angus.....	6
2.3. Vitamini	7
2.4. Vitamin A.....	7
2.5. β -karoten.....	8
2.6. Biodostupnost	9
2.7. Aktivnost	10
2.8. Funkcije.....	11
2.9. Manjak vitamina A u teladi	12
2.10. Višak vitamina A.....	13
2.11. Vitamin A u hranidbi tovnih krava.....	14
2.12. Vitamin A u hranidbi krava u graviditetu.....	15
2.13. Vitamin A u teladi	15
2.14. Proljev	16
2.15. Vitamin A i karotenoidi u krmivima, kolostrumu u i mlijeku.....	17
2.16. Vitamin A u krvi	19
3. Materijali i metode.....	21
3.1. Pokus	21
3.2. Hranidba krava i teladi	22
3.3. Određivanje koncentracije β -karotena i retinola u plazmi i hrani	24
4. Rezultati i rasprava.....	26
4.1. Karotenoidi u krmivima.....	26
4.2. Retinol u plazmi krava.....	28
4.3. Retinol u plazmi teladi	30
4.4. Korelacija provitamina u hrani s koncentracijom retinola u plazmi teladi i krava	
31	
5. Zaključak.....	33
6. Literatura.....	34
Životopis	43

Sažetak

Diplomskog rada studentice **Iva Vujec**, naslova

RETINOL U KRVI SISAJUĆE ANGUS TELADI

Vitamin A ima ključnu ulogu u imunitetu mlade teladi. Cilj ovog rada je utvrditi sadržaj retinola u plazmi sisajuće angus teladi i plazmi krava od poroda do 4. mjeseca starosti držanih u sustavu krava tele. Pokus je proveden na ekološkoj farmi goveda. Nasumično je izabrano 10 krava i njihova telad u čijoj je plazmi određivana koncentracija retinola. Krave su provele prvih 60 dana zatvorene u staji gdje su hranjene sa sijenom, sjenažom i soli u kamenu s vitaminom A. Od 60. do 90. dana krave su puštene na ispašu zajedno s teladi. Koncentracije retinola u plazmi teladi 1., 4., 31., 59. i 90. dana iznosile su 19,9, 23,1, 16,4, 19,5 i 34,1 $\mu\text{g/dL}$. Koncentracije retinola u plazmi krava 1., 4., 31., 59. i 90. dana iznosile su 24,3, 23,5, 24,4, 25,9, 39,3 $\mu\text{g/dL}$. Sijeno, sjenaža i vitaminsko mineralna sol sadržavale su dovoljno vitamina A da adekvatno opskrbe krave i telad. Nakon promjene hranidbe krava sa sijena i sjenaže na pašu primjećen je značajan porast retinola u plazmi krava i teladi.

Ključne riječi: retinol, ekološko stočarstvo, plazma, sustav krava tele

Summary

Of the master's thesis - student **Iva Vujec**, entitled

RETINOL IN THE BLOOD OF SUCKLING ANGUS CALVES

Vitamin A has a vital role in the immunity of young calves. The aim of this study is to determine the retinol content in the plasma of angus calves and cows from birth until the age of 4 months in a cow-calf operation. The experiment took place on an organic cow farm. Ten cows and their calves were randomly selected and used to determine the retinol plasma concentrations. The cows spent the first 60 postnatal days in a stable where they were fed hay, haylage and rock salt containing vitamin A. After 60 days the cows were let out with their calves onto pastures for the next 30 days. The retinol concentrations in calf plasma on the 1st, 4th, 30th, 59th and 90th days were 19,9, 23,1, 16,4, 19,5 i 34,1 µg/dL. The retinol concentrations in cow plasma on the 1st, 4th, 30th, 59th and 90th days were 24,3, 23,5, 24,4, 25,9, 39,3 µg/dL. Hay, haylage and rock salt with vitamins contained enough vitamin A to adequately supply the cows and the calves. A significant rise of retinol concentrations in the cow and calf plasmas was noticed after feed changes were applied from hay and haylage to pasturage.

Keywords: retinol, organic animal husbandry, plasma, cow-calf operation

1. Uvod

Retinol, češće poznat kao vitamin A, održava integritet epitela štiteći ga od čestih bakterijskih i virusnih infekcija probavnog i dišnog sustava teladi. Telad tovnih pasmina (1. – 7. dan) s manje retinola od 0,14 mikrograma po ml ima 2,8 puta veću smrtnost od teladi s normalnom razinom. U sustavu krava tele krave se zimi hrane sijenom i silažom trave koje su siromašne provitaminima vitamina A, a u proljeće pašom koja je deset puta bogatija ovim spojevima od sijena. Krave izlučuju mlijekom vitamin A sintetiziran iz provitamina koje unose hranom, sintetskog vitamina A dobivenog kroz predmješavine te iz zaliha u jetri. Opskrba sisajuće teladi do 4. mjeseca starosti vitaminom A isključivo ovisi o njegovom sadržaju u majčinom mlijeku. Kolostrum sadrži značajno više vitamina od mlijeka kako bi kompenzirao za jako niske razine vitamina A kod teladi.

1.1. Hipoteza

Hipoteza ovog rada je da će se količina vitamina A u plazmi teladi postepeno padati sa starosti, ali da će se značajno povisiti nakon promjene hranidbe krava sa sijena i sjenaže na pašu.

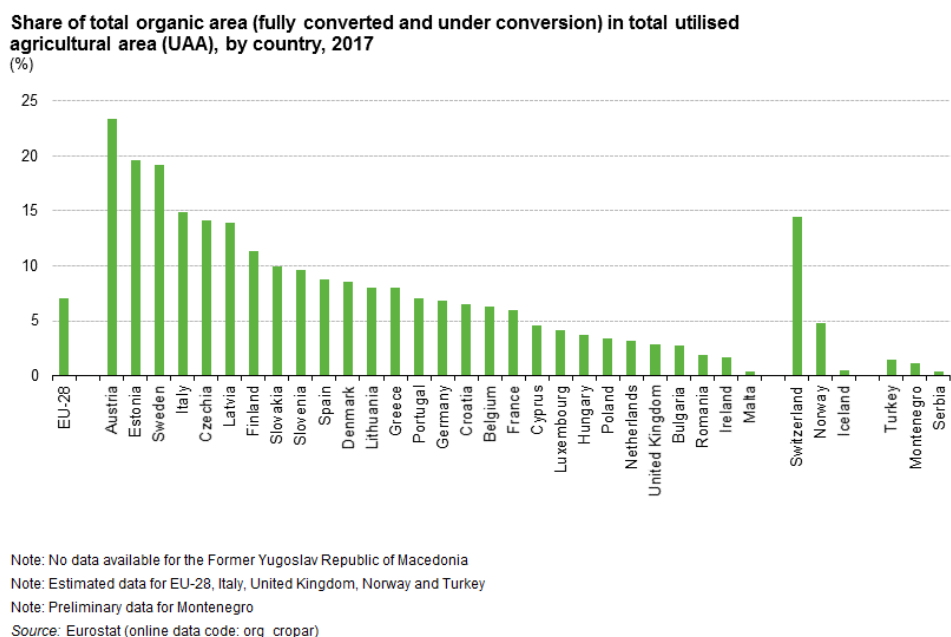
1.2. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je utvrditi sadržaj vitamina A u plazmi sisajuće angus teladi i plazmi krava od poroda do 4. mjeseca starosti.

2. Pregled literature

2.1. Ekološko stočarstvo

Ekološka poljoprivreda je sustav proizvodnje u kojem je ograničeno korištenje sintetičkih pesticida i gnojiva, antibiotika, aditiva, hormona i drugih sredstava. U ekološkoj poljoprivredi ključnu ulogu ima i gnoj koji proizvode ekološki uzgojene životinje. U svijetu je sve veći porast ekološke poljoprivrede, a time i ekološkog stočarstva. Pojmovi eko, bio i organsko nose isto značenje. U 2017. godini je u svijetu 69,8 milijun hektara bilo pod ekološkom proizvodnjom. Zemlje koje su bile najveći proizvođači su Australija s 35,6 milijuna hektara u ekološkoj proizvodnji, Argentina s 3,4 milijuna hektara i Kina s 3 milijuna hektara. Čak dvije trećine svjetskih površina pod ekološkom proizvodnjom su pašnjaci. (FiBL i IFOAM, 2019). U Europskoj uniji je 2017. godine bilo čak 12,6 milijuna hektara u ekološkoj proizvodnji (Eurostat, 2019). U 2017. godini ekološke površine činile su 7 % poljoprivrednog zemljišta u EU. Zemlje s najvišim udjelom ekoloških površina bile su Austrija, Švedska i Estonija (Eurostat, 2019). Slika 2.1.1. prikazuje udio ekoloških površina uključujući površine u prijelaznom razdoblju u svakoj zemlji unutar Europske unije.



eurostat

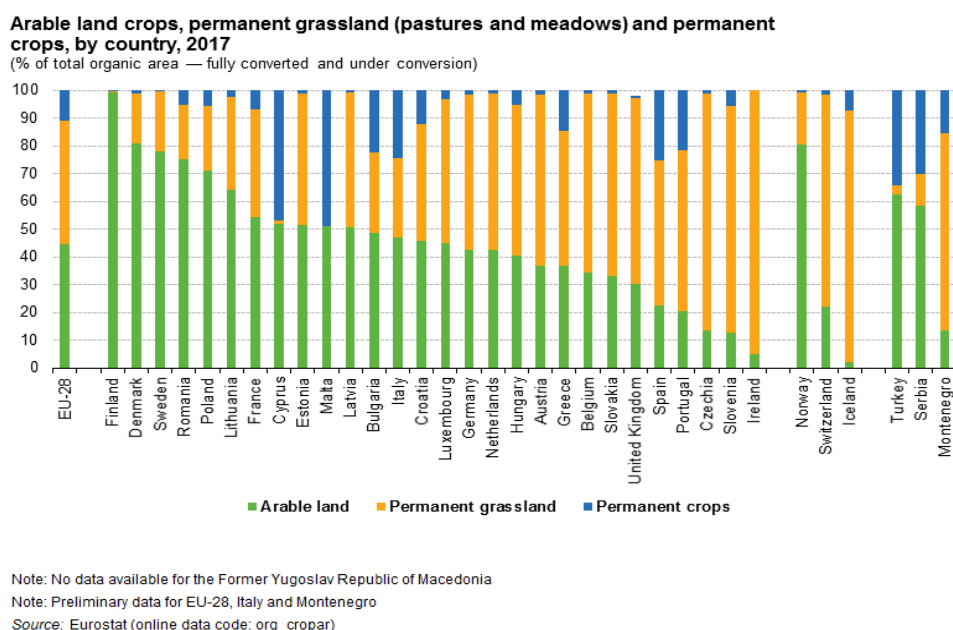
Slika 2.1.1. Udio ekoloških površina od ukupnih poljoprivrednih površina po zemlji

Izvor: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share_of_total_organic_area_(fully_converted_and_under_conversion)_in_total_utilised_agricultural_area_(UAA),_by_country,_2017_(%25).png)

[explained/index.php?title=File:Share_of_total_organic_area_\(fully_converted_and_under_conversion\)_in_total_utilised_agricultural_area_\(UAA\),_by_country,_2017_\(%25\).png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Share_of_total_organic_area_(fully_converted_and_under_conversion)_in_total_utilised_agricultural_area_(UAA),_by_country,_2017_(%25).png)

Porast u ekološkoj proizvodnji u 5 godina između 2012. i 2017. godine bio je 25 %, dok je porast u RH bio preko 200 % (Eurostat, 2019). Slika 2.1.3. prikazuje porast udjela ekoloških površina u RH od 2004. do 2016. godine. Španjolska,

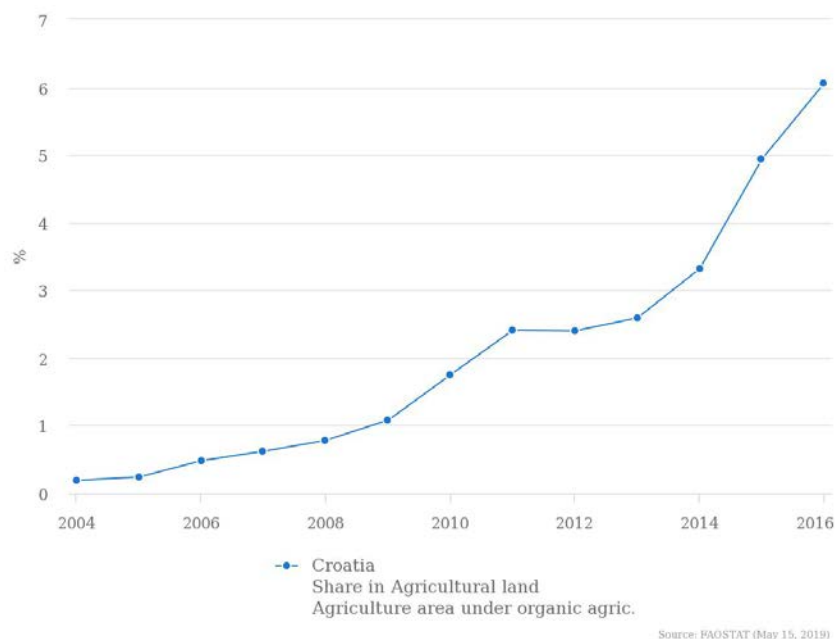
Francuska i Italija imaju najveće ekološke površine unutar Europske unije (Eurostat, 2019). Ukupne ekološke površine podijeljene su na oranice, koje zauzimaju 44,5 % ekoloških površina, trajne travnjake i pašnjake koji se prostiru na 44,4 % ekoloških površina i trajne kulture poput voćnjaka koje zauzimaju 11 % ekoloških površina u Europskoj uniji. U ekološkom stočarstvu najzastupljeniji su govedarstvo i ovčarstvo, a zatim svinjogojstvo. Od ukupnih 88,4 milijuna goveda uzgojenih u Europskoj uniji u 2017. godini, 4,3 milijuna su bila u ekološkoj proizvodnji (Eurostat, 2019). Slika 2.1.2. prikazuje udio oranica, trajnih travnjaka i pašnjaka i trajnih kultura u ekološkoj proizvodnji u zemljama Europske unije.



eurostat

Slika 2.1.2. Udio oranica, trajnih travnjaka i pašnjaka i trajnih kultura u ekološkoj poljoprivredi po zemlji

Izvor: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/0/0f/Arable_land_crops%2C_permanent_grassland_%28pastures_and_meadows%29_and_permanent_crops%2C_by_country%2C_2017_%28%25_of_total_organic_area_%E2%80%94_4_fully_converted_and_under_conversion%29.png



Slika 2.1.3. Porast udjela ekoloških površina u RH

Izvor: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL/visualize>

Sustav krava tele prikladan je u ekološkoj proizvodnji, iako se može koristiti i u konvencionalnoj poljoprivredi. U sustavu krava-tele osnovni proizvod je tele. Potrebe za osnovnim objektom su male što značajno smanjuje početna ulaganja (Pašalić, 2018). U ovom sustavu iskorištavaju se prirodni resursi, ponajviše konstantnom ispašom koristeći pregonske pašnjake. Ovakav način hranidbe smanjuje troškove kupovine stočne hrane što također povećava ekonomičnost. Idealan broj krava za ovakav sustav je 80 – 110 grla kojima je osiguran prostor za ispašu na 100 ha prirodnih ili sijanih pašnjaka (Pašalić, 2018). Glavna hrana teleća je mlijeko do 6. mjeseca starosti, uz koje ima pristup paši. Držanje na otvorenom pozitivno utječe na kondiciju i zdravlje krava, ali i teladi. Pozitivan učinak se odnosi na zdravlje papaka, dišnog i probavnog sustava te cjelokupnu dobrobit teladi. Nakon 6 mjeseci provedenih s kravom, tele se dalje šalje u tov (Pašalić, 2018). Mesne pasmine ili križanci pasmina hereford, charolais i angus su najprikladniji u ovakvoj vrsti uzgoja. Odabirom ovih pasmina češća su laka teljenja pa se smanjuju i veterinarski troškovi (Pašalić, 2018). Najveće prednosti ovog sustava su mala ulaganja u stajski objekt i infrastrukturu te male potrebe za opremom, jer su nadstrešnice za ljetu i štale s dubokom steljom za zimu dovoljne. Zimski objekti također mogu biti poluzatvorene nadstrešnice ili poluotvorene štale (Bošnjak, 2006).



Slika 2.1.4. Angus u sustavu krava tele

Izvor: <https://redlandangus.com/>

Sustav krava tele zasniva se na niskim ulaganjima, jeftinoj hranidbi i visokoj plodnosti (Bošnjak, 2006). S obzirom da je hranidba goveda najveći trošak u uzgoju životinja bitno je iskoristiti prirodne resurse kako bi uzgoj bio ekonomičan. Korištenje pašnjaka kada je to moguće i zimska hranidba koja se sastoji od sijena, travne sjenaže, slame i nusproizvoda prehrambene industrije (Bošnjak, 2006). U ovom sustavu najbitnije je osigurati površine poput pašnjaka i travnjačkih površina i ratarskih površina za proizvodnju sijena i sjenaže (Bošnjak, 2006). Moguće je i restriktivno hraniti krave tokom zimskih mjeseci kako bi se iskoristile tjelesne rezerve nakupljene tijekom pašnog razdoblja što također smanjuje troškove (Bošnjak, 2006). Tokom zimskog perioda koji je od sredine listopada do polovice travnja u agroekološkim uvjetima RH, hranidba može biti ad libitum voluminozama poput sijena, slame i raznih silaža. Uz voluminozna krmiva daju se ograničene količine koncentrata i vitaminsko mineralni dodatak. Nakon teljenja preporuča se davati kravama 20 - 30 kg silaže uz malo koncentriranih krmiva nakon teljenja (Bošnjak, 2006). Način hranidbe je najčešće grupni s hranidbenih stolova, iz valova ili podno. Tijekom ljetnog razdoblja iskorištava se dobra paša koja zadovoljava sve potrebe krava te omogućuje dovoljnu proizvodnju mlijeka za telad. Pravilna hranidba je ključna i za krave i za telad te se njome može umanjiti gubitak tjelesne mase u zadnjih 100 dana graviditeta, povećati masa teladi pri rođenju, povećati mliječnost, povećati broj tjeranja 40 dana nakon teljenja, povećati tjelesnu masu pri odbiću i bolje procijeniti ulazak u pubertet junica (Baldi, 2016). Pravilna hranidba je također ključna kako bi se proizveo kvalitetan kolostrum koji tele mora popiti unutar 4 sata nakon teljenja (Baldi, 2016). Neučinkovit prijenos pasivnog imuniteta na tele može dramatično utjecati na mortalitet mlade teladi. Iskorištavanjem paše u ljetnim mjesecima smanjuju se troškovi hrane, ali i ručnog rada jer se životinje hrane samo i po volji.

2.2. Angus

Pasmina aberdeen angus, poznatija kao samo angus, nastala je u ranom 19. stoljeću od pretežno crnih goveda u sjeveroistočnoj Škotskoj. Angus ima pasminsku odliku bezrožnosti te je ona dominantni gen. Javljaju se crvena i crna boja, ali je crveni gen recesivan. Bijela boja se tolerira jedino na vimenu. Angus je otporan na teške uvijete te je prilagodljiv i mirnog temperamenta. Angus dobro podnosi i niske i visoke temperature te nije sklon sunčevim opeklinama na vimenu. Otporni su i na dišne bolesti i šepavost. Pasminska odlika angusa su mala telad zbog kojih je često lako teljenje te su angus krave dobre majke. Angus krave su ranozrele, plodne i dugoročno isplative zbog dobre plodnosti i s 12 – 13 godina starosti. Novooteljena telad je zdrava i otporna te se brzo ustaje sa snažnim nagonom za pronalaženje sise i sisanje. Konverzija angus goveda je dobra. Aberdeen angus je jedna od najpopularnijih pasmina na svijetu, vrhunske kvalitete mesa, prirasta i svestranosti. Težina pri klanju je 580 – 620 kg, a dnevni prirast je 1,3 kg/dan (Baldi i sur., 2016). Topli randman je 60 %. Meso nosi visoku ocjenu prošaranosti što rezultira vrlo mekim i sočnim mesom.



Slika 2.2.1. Angus na ispaši

Izvor: Vujec. OPG Nataša Vujec

Na rast sisajuće teladi utječe količina dostupnog mlijeka, pogotovo u mladoj dobi. Za zdravu telad, jedna litra mlijeka dnevno više znači povećani dnevni prirast za 100 g TM/dan. Od 3. do 6. mjeseca starosti prirast po litri mlijeka na dan je 90 g TM, a nakon toga 65 g/dan za svaku litru posisanog mlijeka. Uz mlijeko, rast teladi ovisi i o unošenju suhe tvari koja može biti sijeno ili paša, a ne nužno koncentrirana krmiva. Kapacitet unošenja također određuje dnevni prirast te se on povećava s razvitkom predželudaca. Nedostatak mlijeka mogu zamijeniti paša ili sijeno visoke kvalitete, dok

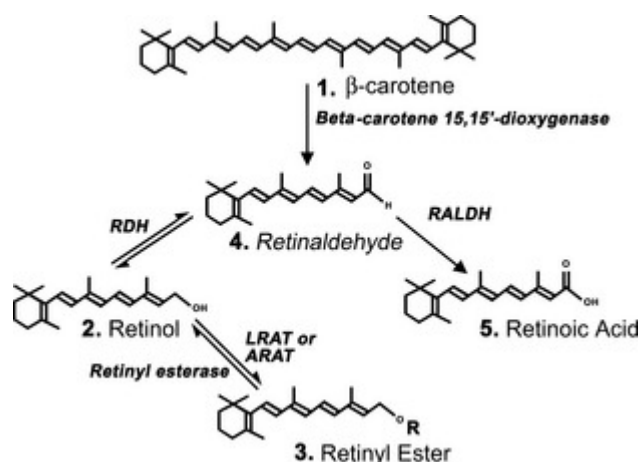
je stopa supstitucije paše prosječne kvalitete i mlijeka i dalje veća od 0,5 (Agabriel i De La Torre, 2018).

2.3. Vitamini

Vitamini su bitne organske tvari koje životinje ne mogu sintetizirati same već ih moraju dobivati iz svoje okoline. Dijelev se na vitamine topive u vodi i vitamine topive u mastima. Vitamini topivi u vodi su vitamini B kompleksa i vitamin C. Vitamini topivi u mastima su vitamin A, D, E i K. Vitamini B, C i K se u dovoljnoj količini sintetiziraju u buragu zahvaljujući mikroorganizmima te su potrebe odraslih goveda za ovim vitaminima najčešće namirene, a manjak se rijetko javlja (McDowell, 2000). Potrebe za vitaminom D tovrne krave mogu u potpunosti zadovoljiti samo dugotrajnim boravkom na suncu, a vitaminom A i E kada se hrane velikim količinama mlade i sočne zelene krme paše. Međutim, kada se nalaze u zatvorenom prostoru, tovrne tijekom zime, a mliječne stalno, moraju sva tri vitamina dobiti iz dodatka kao što je premiks, mineralno vitaminske soli za lizanje te injekcije itd. (Grbeša, 2017).

2.4. Vitamin A

Vitamin A nosi više naziva poput retinol, antikseroftalmički vitamin, vitamin rasta i zaštitni vitamin epitela. Vitamin A izražava se u internacionalnim jedinicama (IJ) ili retinol ekvivalentima pri čemu 1 IJ odgovara aktivnosti 0,3 mikrograma vitamina A ili retinola. Vitamin A je naziv za sastojke koji imaju biološku aktivnost retinola koji sadrže cikloheksanski prsten na kojem su tri $-CH_3$ skupine i pobočni lanac s četiri dvostruke veze te primarnom $-OH$ skupinom (Gerster, 1997).



Slika 2.4.1. Kemijska struktura β karotena i tri oblika retinola

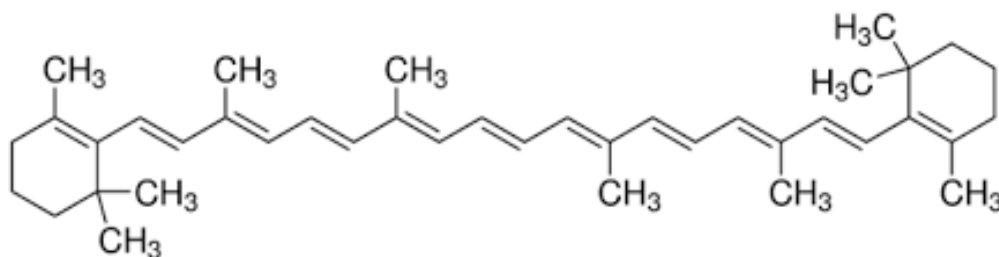
Izvor: https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-retinoid-family-members-b-carotene-structure-1-is-cleaved-by_fig4_258850999

Retinol je narančasto viskozno ulje koje je topivo u mastima. Aktivnost retinola osjetljiva je na toplinu, dnevnu svijetlost, UV svijetlost, vlagu i redoks potencijal hrane. U prirodi retinol dolazi u tri oblika; Kao alkohol – retinol, aldehyd – retinal i

retinoična kiselina. Neki karotenoidi su provitamini A, a najčešći je β -karoten. β -karoten karoten iz paše je dovoljan da podmiri ukupne potrebe tovnih krava za vitaminom A. Životinje skladište retinol u tkivima u esterificiranom obliku poput palmitata. U manjim količinama je retinol skladišten i u obliku stearata i oleata. Ovaj oblik štiti hidroksilne skupine od oksidacije čime značajno mijenja molekularna svojstva. Retinil esteri (Slika 2.4.1.) nalaze se u tkivima pomiješani s drugim neutralnim lipidima poput antioksidansa α -tokoferola te su kao takvi najčešći oblik u hilomikronima, staničnim lipidnim kapljicama, globulima mliječne masti i hrani animalnog podrijetla. Retinal nastaje cijepanjem β -karotena. On ima važnu ulogu u sustavu vida. U retinalnim stanicama trans-retinol se pretvara u 11-cis-izomer koji zatim oksidira u 11-cis-retinaldehid. 11-cis-retinaldehid se veže na protein opsin i time formira rodopsin koji je fotoreceptor za vid u okruženja niskog intenziteta svjetlosti (Edwards i sur., 2011). Kada svjetlo dosegne retinu cis-retinaldehid se konvertira natrag u trans oblik te se time otpušta s opsina što šalje impuls optičkog živcu koji potiče konverziju trans-retinaldehida natrag u transretinol koji ulazi opet u ciklus i time se obnavlja kontinuirano svjetlosna osjetljivost retine (Edwards i sur., 2011). Biljna krmiva ne sadrže vitamin A u aktivnom obliku, već sadrže provitamin A u obliku karotenoida. Ljudi i životinje opskrbljuju svoje potrebe za vitaminom A hranom životinjskog podrijetla ili pretvorbom α i β -karotena i β kriptoksantina iz biljaka. Teladi su glavni izvor vitamina kolostrum i mlijeko. Višak vitamina A skladišti se u jetri i masnom tkivu.

2.5. β -karoten

Karotenoidi su tetraterpenoidni pigmenti koje sintetiziraju fotosintetski organizmi. Karotenoidi su žute, narančaste i crvene boje. Karotenoidi imaju tri važne uloge u organizmu sisavaca gdje služe za sintezu vitamina A, kao antioksidansi i kao bojila. Karotenoidi se dijele na karotene i ksantofile prema kemijskoj strukturi, a najzastupljeniji su β -karoten, α -karoten i ksantofil β -kriptoksantin koji svi služe kao prekursori vitaminu A. Preživači najviše karotenoida unose putem voluminoze bogate lišćem. Hrana za životinje sadrži oko 40 karotenoida. Voluminozna hrana sadrži najviše β -karotena, a njegova konverzija daje najviše vitamina A (Von Lintig, 2010). Ksantofili, lutein i zeaksantin nisu provitamini, već služe kao antioksidanti i pigmenti tjelesne i mliječne masti (Cuttriss i sur., 2011).



Slika 1.5.1. Strukturna formula β -karotena

Izvor:

<https://www.sigmaaldrich.com/catalog/substance/bcarotene53687723540711?lang=en®ion=HR>

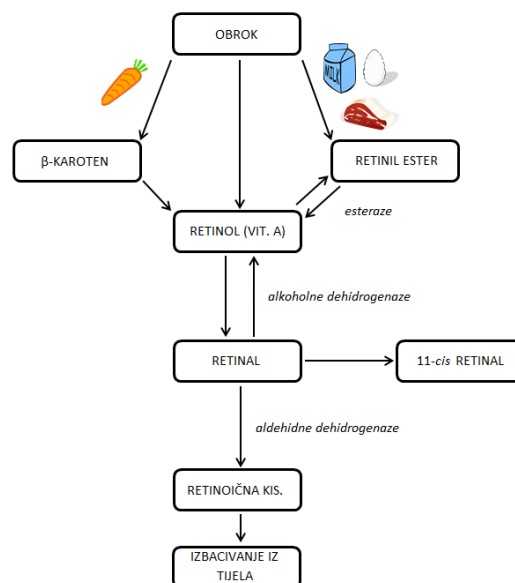
2.6. Biodostupnost

Opskrba krava i teladi s vitaminom A ne ovisi isključivo o njegovoj količini u hrani već i o njegovoj biodostupnosti. Karotenoidi koje se nalaze u biljnoj hrani su „zarobljeni“ u proteinu, a retinil esteri u animalnim krmivima se nalaze u mastima te njihova biodostupnost ovisi o probavi hrane, dok apsorpcija ovisi o zdravlju životinje i probavnog trakta i prisutnosti masnoće. Transport u organizmu ovisi o količini retinol vezujućeg proteina.

Karotenoidi iz biljne hrane se oslobađaju u buragu. Iz koncentrirane hrane se oslobađa čak 67 % vitamina A dok se iz voluminozne hrane oslobađa samo 18 % (McDowell, 2008). U istom stadiju rasta mala je razlika u sadržaju β – karotena između vrsta biljaka, ali je velika između načina konzerviranja. Probavljivost β -karotena iz zelenih trava i leguminoza je 77 %, iz silaža je dvostruko niža (31,2 %), a iz sijena još niža i iznosi oko 25 % (Wing, 1969).

Zbog visoke buražne razgradnje vitamina A na koncentratnim obrocima, francuski normativi INRA (2018) preporučuju da obrok mliječnih krava koje se hrane sa do 40 % koncentrata sadrži vitamina A u koncentraciji od 6.000 IJ/kg ST a obrok sa > 60 % koncentrata sadrži 9.000 IJ/kg ST. Apsorpcija sintetskih retinil ester odvija se u duodenumu te iznosi 70 – 90 % (EFSA, 2013). Proces apsorpcije karotenoida i retinil estera je drugačiji. Karotenoidi se apsorbiraju u enterocite gdje se djelomično prerađuju u retinol, a retinil esteri se prije apsorpcije moraju hidrolizirati do retinola pomoću pankreasne hidrolaze ili lipidne hidrolaze s površine mikrosesica crijevnih stanica (Harrison, 2005). Lipidi i β laktoglobulin pozitivno utječu na apsorpciju retinol estera (Kushibiki i sur., 2001). β laktoglobulin je najzastupljeniji protein sirutke kolostruma. Retinil esteri moraju biti dio lipidne micele kako bi se apsorbirali, a micelarne strukture poboljšavaju prolaz u mikrosesice. Retinol se u stijenci crijeva se dalje spaja s hilomikronima i otpušta u limfu kojom se prenosi do jetre gdje se 75 % derivata retinola oslobađa i skladišti u ltovim stanicama (Blomhoff i Blomhoff, 2006). Retinol je u ltovim stanicama prisutan kao ester retinil palmitat. Karotenoidi u kloroplastima su nisko apsorbivni.

Kada organizam treba vitamin A, retinil ester se hidrolizira i otpušta u krv vezan za kompleks retinol-protein. Kompleks se veže još s proteinom transtiretinom koje na sebe veže tiroksin i prenosi retinom do ciljanih stanica. Neki apsorbirani karotenoidi izbjegnu crijevnu konverziju u retinol te netaknuti ulaze u krvotok i daju boju mesu, masnoći i mlijeku (Vogel i sur., 1999). Karotenoidi koji se direktno apsorbiraju i ugrade u hilomikrone bez konverzije u retinol imaju značajnu ulogu u reprodukciji krava (Kawashima i sur., 2012). Zalihe retinola u jetri mogu biti tolike da podmiruju čak šestomjesečne potrebe biljojeda (McDowell, 2000). Do loše pretvorbe β -karotena u retinol dovodi na primjer smanjenje pH u buragu kao u slučaju kod završnog tova junadi zbog intenzivnog hranjenja žitaricama.



Slika 2.6.1. Metabolizam vitamina A i β-karotena
Izvor: Li, 2014

2.7 Aktivnost

„Vitamin A“ kao naziv koristi se dogovorno za sve beta inonske izvedenice isključujući provitamin A karotenoide kod kojih je prisutno biološko djelovanje „all-trans retinola“. Biološko djelovanje preračunava se na vitamin A djelovanje retinoida za prirodne i sintetske spojeve. Internacionalna jedinica (IJ) vitamina A označuje biološku aktivnost 0,3 µg kristaliničnog vitamin A alkohola, 0,344 µg kristaliničnog vitamin A acetata, 0,55 µg kristaliničnog vitamin A palmitata te 0,359 µg kristaliničnog vitamin A propionata, navodi Grbeša (2017.). Preračunavanjem na jedinični miligram, 1 mg kristaliničnog vitamin A alkohola sadrži 3333 IJ vitamina A, 1 mg kristaliničnog vitamin A acetata sadrži 2907 IJ vitamina A, 1 mg kristaliničnog vitamin A palmitata sadrži 1818 IJ vitamina A te 1 mg kristaliničnog vitamin A propionata sadrži 2785,5 IJ vitamina A.

Sadržaj vitamina A također se izražava u međunarodnim jedinicama zbog činjenice da se β-karoten različito pretvara u vitamin A kod pojedinih vrsta domaćih životinja. Tako u slučaju goveda iz 1 mg β-karotena pretvore 400 IJ vitamina A, dok konji pretvore 155 IJ te ovce i koze između 500 i 600 IJ. (Noziere i sur., 2006).

U novije vrijeme uvodi se retinol ekvivalent (RE) kao jedinica aktivnosti sintetskih vitamin A spojeva koji odgovara djelovanju 1µg retinola tj. sadrži 3,33 IJ vitamina A (Tablica 1).

Tablica 2.7.1. Retinol ekvivalent vitamin A spojeva

Spoj	Retinol ekvivalent (RE)	IJ/mg
All (E)-retinol	1	3333
All (E)-retinol acetat	0,87	2906

All (E)-retinol palmitat	0,55	1932
All (E)-retinol propionat	0,84	2789

2.8 Funkcije

Funkcionalno gledajući, vitamin A sudjeluje u spermatogenezi, preživljavanju embrija te rastu i razvoju fetusa kao i u razvoju limfnih organa. Također sintetizira glikoaminoglikan i potreban je za rast osteoklasta. Održava normalni epitel tkiva kože, bubrega, tankog crijeva, krvnih žila, maternice, placente, muškog reproduktivnog trakta i pluća. Vitamin A djeluje u proizvodnji antitijela od strane B-limfocita, aktivan je u imunom odgovoru na patogene i osigurava intercelularnu komunikaciju (Debelo i sur., 2017).

Tablica 2.8.1. Pojedinačne funkcije vitamin A spojeva

Izvor: Engelking, 2014

Retinoična kiselina	Retinol i retinal	Vid	Sinteza rodopsina
			Sinteza porfiropsina
		Rast i diferencijacija epitelnog tkiva	Sinteza glikoproteina
			Ekspresija/produkcija hormona rasta
			Produkcije mukoze
		Remodulacija kostiju	
		Reprodukcija	Spermatogeneza
			Razvoj placente
			Održavanje funkcije žutog tijela
		Surfaktant pluća	Produkcija fosfolipida
		Stimulacija diferencijacije mileoidnih stanica u granularne leukocyte	
		Induciranje transglutaminaza	Unakrsno povezivanje proteina koje je bitno za funkcioniranje makrofaga, grušanje krvi i adhezije stanica

Lutein, likopen, zeaksantin iako su karotenoidini prekursori za vitamin A. U animalnim proizvodima služe kao bojila u mlijeku, kljunu peradi, potkožnoj masti i žutanjku jaja te služe kao antioksidansi i bojila mesa lososa te perja ukrasnih ptica. U slučaju visoke koncentracije β -karotena u plazmi dolazi do povišenja masnoće mlijeka nakon teljenja. To je objašnjeno mobilizacijom tjelesnih masti potrebnih za sintezu masti u mlijeku pri čemu će se također otpustiti i β -karoten nakupljen u tjelesnim mastima (Arias i sur., 2009). Općenito govoreći, vitamin A je prvenstveno bitan za vid, razvoj i rast epitelnih stanica kao i preživljavanje zametka i imunozaštitu

(Wu, 2018). Gore navedeno se može objasniti činjenicom da je retinoična kiselina uključena u transkripciju preko 500 gena.

2.9 Manjak vitamina A u teladi

Znakovi deficita vitamina A su poremećaji u vidu i smanjenje broja mukoznih sekrecijskih stanica, smanjenje sinteze glikoproteina te zamjena epitelnih stanica tankim slojevima višeslojnog rožnatog epitela kod organa. Prvenstveno je ovom keratinizacijom zahvaćen epitel rožnice (kseroftalmija), epitel pluća te koža (ljuskavost kože) i mukoza crijeva (Engelking, 2014). Oštećene sluznice ne uspijevaju ispuniti funkciju dovoljne proizvodnje sluzi što dovodi do olakšavanja invazije patogena te dovodi do oslabljenog imunog mehanizma crijeva i pluća. Također pridonosi razvoju sekundarnih infekcija što se često manifestira upalom maternice nakon teljenja te upalom pluća kod same teladi. Telad i junad je sklona oboljenjima dišnih putova (rinitisi, bronhitis, pneumonije) i proljevima. U teladi i junadi klinički znakovi nedostatka vitamina A su iscjedak iz nosa i očiju, poremećeno kretanje i noćno sljepilo. Nedostatak vitamina A kod mliječnih krava dovodi do učestalije pojave mastitisa, meritisa, retencije posteljice i abortusa. Kako β -karoten ne djeluje samo kao izvor vitamina A, već također povišuje proliferaciju limfocita i poboljšava fagocitnu sposobnost neutrofila, čvrsto se povezuje otpornost krava na infektivne bolesti te jačina mastitisa sa β -karotenom.

Hipovitaminoza vitamina A povećava sklonost infektivnim bolestima teladi te povećava mortalitet u stadiju sisanja. Zbog deficita vitamina A telad postaje sklonija oboljenjima dišnih puteva kao rinitisu, bronhitisu te pneumoniji i proljevima. Deficit se manifestira iscjetkom iz nosa i očiju, poremećajima u kretanju ili noćnim sljepilom. Takva telad zaostaje u rastu i pokazuje lošija proizvodna svojstva. Deficit vitamina A dovodi do dermatopatije koja se uspješno liječi dodavanjem vitamina A (Baldwin i sur., 2012). Zbog malene rezerve vitamina A kod teladi, te veće potrebe za istim, u hranu se dodaje znatno veća koncentracija no povećanje koncentracije vitamina A tijekom prvog tjedna života u mliječnoj zamjenici iziskuje i povećanje količine vitamina E uslijed antagonističkog djelovanja (Franklin i sur., 1998).

Kod krava se nedostatak vitamina A manifestira u obliku smanjene reprodukcije što pokazuje izostanak tjeranja ili tjeranjem bez ovulacije. U slučaju uspješne oplodnje zbog manjka vitamina A sklonije su abortusima, retenciji posteljice te je novorođena telad avitalna, pokazuje veću generalnu sklonost obolijevanju te ugibaju u velikom broju (Hurley i Doane, 1989; Utematsu i sur., 2016).

Prvenstveno očitujemo manjak vitamina A kod preživača zbog nedovoljnog unosa na oskudnoj i siromašnoj paši za vrijeme suše ili kod pretežnog hranjenja žitaricama bez pristupa zelenoj paši, a da pri tome nemaju adekvatnu dopunu sintetskim vitaminom A. Također manjak vitamina A uzrokuje nedovoljna biodostupnost zbog manjka fosfata i proteina u hrani pa se umanjuje sinteza retinol vezujućeg proteina i tako umanjuje apsorpciju i transport vitamina A (Parker i sur., 2017). Manjak protein, osobito triptofana, dovodi do smanjene sinteze enzima vitamin A esterase. Nadalje, obilna gnojdba dušičnim gnojivima može dovesti do

akumulacije nitrata u trava i leguminozama koji smanjuju koncentraciju retinola u jetri i plazmi.

Infekcije goveda intestinalnim parazitima smanjuju koncentraciju vitamina A u crijevnom sadržaju sa 135 na 42 IJ/g. U teladi zaraženom bronhialnim parazitima smanjuje se koncentracija vitamina A sa 153 na 22IJ/g jetra (Esmail, 2003).. Moguć je razlog i prisutnost antagonista kao što su klorirani naftaleni, nitrati i visoka temperatura (Lotfollahzadeh, 2015). U slučaju velike koncentracije vitamina A te β -karotena u hrani ili injekcijama, jetra ima mogućnost skladištenja i omogućuje korištenje tijekom dužih perioda njegove nestašice (3-4 mj.) (CSIRO, 2007).

Zbog već spomenutih razloga i općenito velikih gubitaka povezanih uz manjak vitamina A, sve se mliječne zamjenice, kao i krmne smjese za krave i telad nadopunjuju sintetskim vitaminom A.

Jedan od prvih znakova manjka vitamina A je noćna sljepoća zbog ovisnosti resinteze rodopsina o ovom vitaminu. Deficijencija je također vezana i uz niske razine imunoglobulina (Edwards i sur., 2011). Kod odraslih goveda deficijencija može rezultirati grubom dlakom i ljuskavom kožom. U slučaju dužih perioda deficijencije počinju se javljati problemi s očima poput pretjeranog vlaženja i mekšanja i mućenja rožnice (Edwards i sur., 2011). Sužavanje optičkog živca uzrokovano manjkom vitamina A može uzrokovati sljepoću teladi. Kod rasplodnih grla manjak vitamina A može uzrokovati neplodnost, pobačaj, prekratku gestaciju, zaostajanje posteljice, usporen rast embrija i mrtvu, slabu ili slijepu telad. Slabe deficijencije mogu uzrokovati metritis i dermatitis, a novorođena telad ima niske rezerve vitamina i podložna su upalama pluća od kojih i ugibaju ako ne dobiju kolostrum u kratkome roku (Edwards i sur., 2011). U praksi su intenzivne deficijencije vitamina A u krava rijetke s obzirom na to da je količina vitamina A zadovoljavajuća u paši i dobro očuvanom sijenu koji osiguravaju dovoljne rezerve u jetri. Zatvorene krave s visokim udjelom žitarica u obroku podložnije su deficijenciji vitamina A (Edwards i sur., 2011). Tijekom lutealne faze jajnici krava sadrže visoke razine karotena te su oni dio mukozne membrane lutealnih stanica. Deficijencija provitamina može dovesti do reproduktivnih poremećaja poput zakašnjele ovulacije i rane embrionalne smrti (Edwards i sur., 2011).

2.10. Višak vitamina A

Hipervitaminoza se pojavljuje prekomjernim unosom nekoga vitamina u organizam tijekom dužeg vremenskog perioda te može rezultirati smrću (Irungbam i sur., 2013). Nadalje, hipervitaminoza je najčešće moguća s vitaminima topivim u mastima radi skladištenja u potkožnom masnom tkivu te u jetri. Trovanje vitaminima se događa unošenjem prekomjernim količinama vitamina D,E,K,A i vitamina C (Irungbam i sur., 2013).Hipervitaminoza može imati akutni i kronični tijek, te njihovi simptoma suviška ovise o vrsti i dobi životinja, tjelesnim rezervama, te kod vitamina A o stupnju biodostupnosti i konverziji karotena. Simptomi akutne hipervitaminoze su mučnina, povraćanje, povišenje pritiska u cerebrospinalnoj tekućini te gubitak koordinacije mišića (Irungbam i sur., 2013). Kronično trovanje vitaminom A rezultira

anoreksijom, gubitkom težine, zatim zadebljanom kožom, pojavom dermatitisa, nateknutim očnim kapcima s krasticama, alopecijom, krvarenjem, smanjenom gustoćom kostiju, nepokretnosti, spontanom lomovima kostiju, zadebljanjem korteksa kostiju i smrti. Radi neumjerenog lučenja služi sprečava se prirodna keratinizacija (NRC, 2001). Prekomjerna količina vitamina A ima fiziološko djelovanje u tkivima gdje uzima značajnu metaboličku ulogu. Prevelike količine vitamina A razaraju stvaranje epifizalne hrskavice što sprečava nastanak matrice kostiju. Višak retinola također prekida lipoproteine membrana stanica što povisuje njihovu propusnost. Prevelike količine retinola smanjuju apsorpciju vitamina E, D i K (NRC, 2001, Pickworth i sur., 2012). INRA (2018) ističe kako krave podnose veliku količinu vitamina A i to do koncentracije od 66000 IJ/kg ST, količine iznad toga djeluju toksično što se zaključuje po visokom (>120 mg Hg) pritisku cerebrospinalnog likvora i suhoći očiju.

2.11. Vitamin A u hranidbi tovnih krava

Krave vitamin A dobivaju jedino putem obroka iz voluminozne krme (paše), krmnih smjesa i dodataka. Potrebe tovnih krava su za oko 75 % manje od potreba mliječnih krava, osobito u laktaciji, zbog sporijeg metabolizma i manje mliječnosti koja u vrhu laktacije za Angus krave iznosi 8 kg/d (NRC, 2016).

Krave dojilje tovnih pasmina trebaju vitamin A za održavanje i za proizvodnju mlijeka. Potrebe za vitaminom A su oko 3.900 IJ/kg suhe tvari za tovnne pasmine krava u laktaciji (NRC, 1996). Nove američke preporuke za tovnna goveda (NRC, 2016) preporučuju potrebe preračunate na tjelesnu težinu (TT) grla i iznose 60 IJ/kg TT za bređe krave i junice te 84 IJ/kg TT za krave u laktaciji. Nove francuske preporuke INRA (2018) također daju iste preporuke po kg tjelesne težine tovnih goveda. Ove vrijednosti preračunate na kg suhe tvari obroka iznose 2200 IJ/kg ST za tovnju junad, 2800 IJ/kg ST za bređe krave i junice te 3900 IJ/kg ST za krave u laktaciji. Njemačke Gruber preporuke također savjetuju sličnu koncentraciju vitamina A u tovu 4000 IJ/kg ST s time da preporučuju još i 15 mg/kg ST β -karotena što preračunato na težinu od 550 kg iznosi dnevno 4620 IJ/dan za mliječne krave tovnih pasmina goveda. Ukoliko se tovnne krave i junad hrane sa do 40 % koncentrata u ST obroka trebaju 3900 IJ/kg ST obroka, a sa više koncentrata trebaju i do 6127 IJ/kg ST vitamina A (Meschy, 2007). Naime, konzumacija koncentrata smanjuje pH u buražnoj tekućini, a niski pH razara dio vitamina A i njegovih prekursora.

Prikladne količine vitamina A smanjuju rizik od mastitisa, zaostajanja posteljice i pobačaja. Međutim, hranidba prekomjernim količinama vitamina A može rezultirati smanjenom mliječnosti u prvih 100 dana laktacije (Puvogel i sur., 2005). Krave koje su bile hranjene s 17.000 IJ/dan tijekom suhostaja i prvih 6 tjedana laktacije proizvele su više mlijeka po danu od krava koje su hranjene sa 50.000 IJ/dan tijekom suhostaja (Oldham i sur., 1991).

Michal i sur. (1994) navode da davanje vitamina A četiri tjedna prije teljenja u dozi od 120.000 IJ/danu smanjuje rizik zaostajanja posteljice za 28 % i pojavu mliječne groznice. Istraživanje Oldhama i sur. (1991) pokazalo je da krave hranjene

sa više vitamina A imaju značajno veći udio mliječne masti u mlijeku tijekom prvih 42 dana laktacije. Davanje kravama jednokratnih injekcija velikih količina vitamina A (2.000.000 IJ) u kasnom suhostaju povisuje koncentraciju retinola u plazmi novorođene teladi (Lotfollahzadeh, 2015).

2.12. Vitamin A u hranidbi krava u graviditetu

Na samom kraju graviditeta se smanjuju koncentracije vitamina A i β -karotena u krvi krava te se preporuča njihovo dodavanje u količini od 84 IJ/kg TM (Weiss, 1998, NRC, 2001). Njihovim dodavanjem ojačava se imunološki sustav te se time smanjuju zdravstveni problemi mliječnih žlijezda i reprodukcije nakon teljenja. Smanjene količine vitamina A u plazmi nastaju radi potreba ploda u zadnjoj trećini graviditeta te zbog nastajanja kolostruma bogatog vitaminom A (Tjoelker i sur., 1988, Michal i sur., 1994, Akar i Gazioglu, 2006). Kravama se tijekom zadnja dva mjeseca graviditeta i laktacije dnevno daju količine od 75.000 IJ/dan vitamina A. Dodavanje vitamina A u obrocima za vrijeme zadnjeg mjeseca graviditeta smanjuje pojavu mastitisa u laktaciji (Chew i Johnson, 1985, Dahlquist i Chew, 1985), LeBlanc i sur. 2004). Perry i sur. (1962) navode kako količina od 1.000.000 IJ/dan vitamina A koja se aplicira putem injekcije može namiriti tromjesečne potrebe vitamina A za goveda u tovu. Za goveda u suhostaju je preporučena dnevna doza 60 IJ/kg TM, a za goveda u laktaciji je 84 IJ/kg TM (INRA, 2018). Maksimalna razina tolerancije je do 66.000 IJ/kg unesene ST.

2.13. Vitamin A u teladi

Novorođena telad ima izrazito niske koncentracije vitamina A u plazmi i jetri zbog čega je podložna simptomima deficijencije (Gallina i sur., 1970). Goveda adekvatno opskrbljena retinolom sadrže $> 20 \mu\text{g/g}$ retinola u jetri (Thomas i Moore, 1952), a za novorođenu telad se smatra normalna koncentracija manja od $10 \mu\text{g/g}$ u jetri (Hammell i sur., 2000). Niske koncentracije vitamina A u kolostrumu, kao posljedica nedovoljnog unosa vitamina u graviditetu i laktaciji, mogu ugroziti tele i uzrokovati hipovitaminozu (Waldner i Blakley 2014). Novorođena telad, od prvog do sedmog dana života, tovnih pasmina sa koncentracijom vitamina A u serumu manjom od $0,14 \mu\text{g/mL}$ ima 2,8 puta veću smrtnost od teladi s normalnim razinama retinola u krvi (Waldner i Uehlinger, 2017). Iz ovih razloga se preporuča mjerenje koncentracije retinola u krvi krava prije i nakon teljenja te novorođene i sisajuće teladi kao preduvjet prevencije hipovitaminoze (Raila i sur., 2017).

Kolostrumom se telad opskrbljuje vitaminima te je odgoda sisanja kolostruma za više od 12 sati značajan faktor u niskim koncentracijama provitamina i vitamina u krvi teladi tijekom prvog mjeseca života (Zanker i sur., 2000; Debier i sur., 2005; Puvogel i sur., 2008). Dodatna suplementacija je potrebna samo ako je opskrba prikladnim količinama kolostruma bogatim vitaminom A nedovoljna. Hranjenje visokogravidnih krava obrocima bogatim vitaminom A je neophodno za dobivanje kolostruma bogatog vitaminima. Telad je bolje hraniti s izvorima vitamina A, a ne β -

karotenima zbog smanjenog kapaciteta pretvorbe β -karotena u retinol (Nonnecke i sur., 2001). NRC (2001) preporuke za telad iznose 110 IJ/kg TM uz mogućnost povećanja na 134 – 200 IJ/kg TM zbog stresnih uvjeta, nedovoljno posisanog kolostruma i ostalih faktora koji mogu utjecati na adekvatnu opskrbu teladi vitaminom A. Najnovije preporuke za vitamin A za mesna goveda u rastu su 47 IJ/kg TM (INRA, 2018).

Vitamin A sudjeluje također i u regulaciji stanične diferencijacije i formaciji i zaštiti epitelnog tkiva i mukoznih membrana. U ovoj ulozi je ključan za rast, razmnožavanje i imunosni odgovor (Edwards i sur., 2011). Vitamin A je bitan za otpornost na bolesti zbog promoviranja zarastanja kroz djelovanje na imunonosni sustav i epitelni integritet (Edwards i sur., 2011). Navedene tvrdnje potkrepljuju istraživanja (Eicher i sur., 1994) u kojima su telad hranili kolostrumom istekom 24 h nakon teljenja što smanjuje koncentraciju retinola i β -karotena u plazmi i povisuje učestalosti infektivnih bolesti. Prema National Animal Health Monitoring System (SAH) probavni i respiratorni problemi uzrokuju najveći broj ili 56,5 % i 22,5 % svih oboljenja junica prije odbića (USDA, 2007).

Umjerene koncentracije esencijalnih masnih kiselina, odnosno sačme lana (0,125 % od težine teladi) u hrani Angus teladi povoljno djeluju na zdravlje i povisuju koncentraciju vitamina A i E te osobito β karotena u krvi teladi (Pouzo i sur., 2016). Međutim kada se telad hrani sa visokim koncentracijama lipida u mliječnoj zamjenici te ako su oni sastavljeni od nezasićenih masnih kiselina tada trebaju dobivati više doze antioksidanata (Raederstorff i sur., 2015). Istraživanja Tsai i sur. (2017) pokazuju da telad hranjena visokim koncentracijama nezasićenih masnih kiselina ima smanjenu koncentraciju vitamina E i A te beta karotena u serumu što autori objašnjavaju potrošnjom ovih antioksidanata u antioksidativnoj zaštiti konjugirane linolne kiseline.

Vitamin A djeluje na ekspresiju gena zaduženih za rast te za taloženje masti u mišićima što objašnjavaju rezultati pokusa u kojemu su injekcije visokih doza vitamina A u obliku retinol palmitata (150.000 i 300.000 IJ/d) davane teladi na dan poroda te mjesec dana kasnije povisuju težinu teladi pri odbiću (210 d) te intramuskularnu zamašćenost mesa 308 dana starosti što čini meso ukusnijim pri potrošnji (Harris i sur., 2018).

2.14. Proljev

Pojavu proljeva u mladim životinja uzrokuju bakterije, virusi i paraziti. Najčešće se kod teladi pojavljuje unutar prvih 28 dana nakon teljenja nakon čega se smanjuje učestalost pojave (Tewari, 2012). Uzroci proljeva dijele se u dvije skupine: infektivni i neinfektivni. Najčešći bakterijski uzroci proljeva su bakterije *Escherichia Coli*, *Salmonella* spp, *Clostridium perfringens*, *Bacteriodes fragilis*, *Campylobacter* spp i *Yersinia enterocolitica* (Holland, 2000). Zatim, virusi koji uzrokuju prije navedenu pojavu kod životinja su rotavirusi, koronavirusi, togavirus (BVD virus), adenovirusi, bredavirusi i IBR virus. Proljev može nastati i kao posljedica djelovanja parazita *Cryptosporidium* i *Coccidia* (Holland, 2000). Zarazni proljev novorođenih životinja

jedna je od najčešćih pojava koja ostavlja velike ekonomske gubitke u stočarstvu (Holland, 2000). Neinfektivni uzroci su čimbenici koji se pojavljuju prije nastanka samog proljeva. Navedeni uzroci mogu nastati radi neodgovornog gospodarenja u uzgoju primjerice nedostatkom nadzora nad novorođenim teletom u prvim satima nakon teljenja. Tele se rodi bez razvijenog imunološkog sustava te isključivo ovisi o pasivnom imunitetu koji dobiva putem kolostruma od njegove majke. Obzirom da se smanjuje sposobnost apsorpcije antitijela iz kolostruma tele ga mora konzumirati u što kraćem vremenskom roku nakon samog teljenja da bi kolostrum imao željeni utjecaj na imunost sustav teleta. Količina antitijela u kolostrumu se svakim satom smanjuje za 3,7 % (Lorenz i sur., 2011). Zatim, neadekvatna i higijenski neispravna okolina i hranidba utječu na pojavu proljeva. Kvalitetna hranidba krava u zadnjoj trećini graviditeta osigurava energetski bogat kolostrum s visokom razinom nutrijenata. Deficit vitamina A i E uzrokuje veći rizik od proljeva. Kume i Toharmat (2000) navode da količina β -karotena i vitamina A u teladi u starosti od 6 dana ovisi o njihovoj koncentraciji o kolostrumu te o placentalnom prijenosu vitamina A za vrijeme graviditeta. Prema Lotthammer (1979) telad koja unosi kolostrum s nižom količinom vitamina A i β -karotena je podložnija pojavi proljeva i smrti.

2.15. Vitamin A i karotenoidi u krmivima, kolostrumu u i mlijeku

Konzervirana voluminozna krma i paša sadrže oko 10 karotenoida. Goveda konzumirajući ovu hranu podmiruju četiri najzastupljenija karotenoida tj. β -karoten, epilutein, lutein, i zeaksantin i u manjim količinama anteraksantin, neoksantin i violaksantin (Kalač, 2012). Glavni izvori karotenoida za krave i telad su voluminozna krmiva koje karakterizira jako variranje sadržaja. Variranje uzrokuju faktori kao više vrsta biljaka te razlike između njih, stadija rasta, dužina perioda sušenja te načina konzerviranja i skladištenja (Agabriel i sur., 2007; Mogensen i sur., 2012).

Kalač (2012) ističe kako najčešće mlade biljke s višim udjelom lista imaju više karotenoida od biljaka koje imaju viši udio stabljike. Zato krmne vrste trava i leguminoza s većom lisnom površinom i višim udjelom lista imaju viši sadržaj β karotena (Brown, 1953). Krmno bilje i paša u vegetativnom stadiju rasta te u stadiju pojava klasića u trava i pupova u leguminoza sadrže najviše β karotena (Ballet i sur., 2000). Dužina sunčevog osvjetljenja travnjaka poviše, a intenzitet osvjetljenja smanjuje koncentraciju β karotena (Havaux i sur., 2005). Osjenčanje koje omogućuje 10 satni fotoperiod omogućuje višu koncentraciju β karotena od neosjenčane tratine (Hjarde i sur., 1963). Zato i trave i leguminoze sjevernijih dijelova sadrže u pravilu više β karotena od istih u južnim regijama Švedske (Hjarde i sur., 1963). Nadalje visokoprinosni travnjaci i livade te u stadijima brzog porasta sadrže manje karotenoida od niže prinostnih (Booth i Hobson-Frohock, 1961, Booth, 1964). Sadržaj β karotena u lišću krmnog bilja raste do stadija početka cvatnje, a zatim opada (Ballet i sur., 2000). Zato slame sadrže (mg/kg suhe tvari) najmanje (1 – 14), slijedi silaža kukuruza (1 - 57) te sijena leguminoza (0 - 108) i trava (18 - 25), a najviše imaju paša (100 - 175) i zelena krma trava i leguminoza. Opadanje sadržaja karotenoida u konzerviranoj voluminoznoj krmu značajno se smanjuje u odnosu na sadržaj u zelenoj

krmi. Opadanje sadržaja β -karotena u sijenu može iznositi čak 80 – 90 % (Ballet i sur., 2000). Prilikom skladištenja u dobrim uvjetima sadržaj karotena u sijenu opada za 6 – 7 % mjesečno. Sijeno skladišteno na duže od 6 mjeseci sadrže i do 50 % manje β -karotena (Crystalyx, 2018). Siliranjem u odnosu na sušenje očuva se više lista i manje se oksidira β -karotena pa one sadrže 80 % njegove koncentracije u zelenoj krmi (Carter, 1960). Zatim, skladištena silaža u silosima sadrži više β -karotena od silaže držane u rolo balama koje su od kasnijih otkosa i koje su držane u neispravnim uvjetima (Nadeou i sur., 2004). Vidno je da je za očuvanje karotenoida u krmnom bilju bolje siliranje nego sušenje jer su oni jako osjetljiviji na oksidaciju tijekom prosušivanja zelene mase za siliranje i sušenjem za sijeno, a što ovisi od trajanja sušenja na polju i vremenskih uvjeta (Noziere i sur., 2006). Veliko variranje sadržaja β -karotena u voluminoznoj krmi nameće potrebe za dodavanjem sintetskog vitamina A u hranu krava i teladi (NRC, 2001). Istraživanja pokazuju da je ista biološka aktivnost sintetskog i prirodnog vitamina A (Herdt i Stowe, 1991). Apsorbirani vitamin A, β -karoten i ksantofili koji se ne potroše i/ili uskladište u tjelesnim tkivima izlučuju se u mlijeku vezani uz mliječnu mast.

Kolostrum je prvi sekret mliječne žlijezde i njegova najbitnija uloga je dati teletu pasivni imunitet. Kolostrum se sastoji od 25,8 % suhe tvari, 5,4 % mliječne masti, 15 % bjelancevina i 3,3 % laktoze. Imunitet novooteljenog teleta ovisi u potpunosti o kolostrumu. Kolostrum sadrži pet puta više vitamina A i β -karotena nego mlijeko, točnije kolostrum prvotelke sadrži 400, a drugotelke 233 $\mu\text{g/dL}$ vitamina A. (Debieer i sur., 2005). Ovakve količine vitamina A u kolostrumu su opravdane zbog jako niskih razina vitamina A u jetri teladi uzrokovanih lošim prolaskom kroz placentu. Ukoliko je koncentracija vitamina A u jetri teladi niska te ako je loša placentalna izmjena hranjiva, telad može nadoknaditi i povišiti razinu β -karotena i vitamina A u krvi preko kolostruma. Vitamin A se u mlijeku može nalaziti u obliku retinola, ester retinila i β -karotena. Mlijeko sadrži oko 40 μg retinola, 20 μg β -karotena i najmanje ksantofila na 100 g (Morrisey i Hill, 2009).

Mlijeko je tekućina koju proizvode i luče mliječne žlijezde za vrijeme laktacije. Kemijski sastav mlijeka varira te na njega utječu genotip, hranidba, zdravlje, reprodukcija i razvijenost vimena, stadij i redoslijed laktacije i temperatura zraka (NRC, 2016). Angus krave otele telad tešku u prosjeku 31 kg te zato proizvode manje mlijeka nego Holstein krave čije je tele pri porodu teže 10 kg (41 kg). Angus krave proizvode u vrhu laktacije samo 8 kg/d mlijeka koje sadrži 8 % nemasne suhe tvari (tablica 2.15.1.).

Tablica 2.15.1. Kemijski sastav mlijeka Angus krava. (Izvor: NRC, 2016)

Tvar	
Suha tvar	12,3
Mliječna mast	4,0
Proteini	3,8
Laktoza	4,5
Vitamini i minerali	0,75

Vitamin A se u mlijeku može nalaziti u obliku retinola, ester retinila i β -karotena. Mlijeko sadrži oko 40 μg retinola, 20 μg β -karotena i najmanje ksantofila na 100 g (Morrisey i Hill, 2009). Sadržaj vitamina A u mlijeku može biti izrazito varijabilan, a najviše ovisi o hranidbi. Sadržaj karotenoida u mlijeku povezan je s masnoćom mlijeka (Thorsein i sur., 2018). Karotenoidi utječu na boju mliječne masti. Količina karotenoida i vitamina A u hranidbi značajno utječe na količinu karotenoida i vitamina A u mlijeku krava. Krave hranjene potpuno izmiješanim obrocima imaju dvostruko manje vitamina A u mlijeku od krava koje su na ispaši (Stout i sur., 2018).

Stout i sur. (2018) navode da mlijeko krava na ispaši sadrži dvostruko više karotenoida od mlijeka krava, hranjenih tipičnim izmiješanim obrokom, koje sadrži 18 - 33 $\mu\text{g}/\text{dL}$ retinola, 6 - 14 $\mu\text{g}/\text{dL}$ β -karotena i najmanje luteina i zeaksantina. Istraživanja u Španjolskoj pokazuju da mlijeko osrednje mliječnost krava (23 kg/d) na paši sadrži visokih 26,5 $\mu\text{g}/\text{dL}$ β -karotena (De La Torre i sur., 2017). Botana (2017) ističe kako u mlijeku visokomliječnih krava koje proizvode oko 33 kg/d na ispaši sadrži 13,3 $\mu\text{g}/\text{dL}$ β -karotena, 2,0 $\mu\text{g}/\text{dL}$ luteina, 0,23 $\mu\text{g}/\text{dL}$ zeaksantina, 0,28 $\mu\text{g}/\text{dL}$ kriptoksantina i 37,3 $\mu\text{g}/\text{dL}$ retinola.

Mlijeko krava hranjenih zelenim travama sadrži 1,5 više β -karotena od krava hranjenih silažom trave i dvostruko više od krava hranjenih silažom kukuruza (Botana i sur., 2017). Smatrano je da koncentracija vitamina A ovisi o godišnjim dobima tj. mlijeko izlučeno tijekom ljeta sadrži veću koncentraciju vitamina A i β -karotena od izlučenog mlijeka u zimi. Koncentracija vitamina A u mlijeku ovisi o pasmini goveda primjerice mlijeko krava Švedskog Holstein sadrži manje koncentraciju β -karotena i vitamina A od mlijeka krava Crvenog Švedskog Holstein-a (Torsein i sur., 2018).

Smatra se da se žuta boja u mlijeku može koristiti kao biomarker za određivanje kvalitete ispaše u mliječnim kravama (Prache i sur., 2002). Specifični vezani proteini u mlijeku poboljšavaju apsorpciju vitamina A zaštitom i prijenosom do proteinskih receptora u crijevima i antibakterijskim svojstvima. Aktivnost navedenih proteina se značajno smanjuje ili potpuno uništava termičkom obradom (Wynn i Sheehy, 2013).

Iako juneće meso nije bitan izvor karotenoida ono iz ekološke proizvodnje sadrži dvostruko više β -karotena (06:0,3 $\mu\text{g}/\text{g}$) od mesa proizvedenog u konvencionalnom tovu te je veće održivosti (Ribas-Agusti i sur., 2019).

2.16. Vitamin A u krvi

Koncentracija retinola u krvi je pokazatelj primjerenosti opskrbljenosti životinja. Drži se da su krave dobro opskrbljene kada je koncentracija β -karotena i retinola ≥ 3 mg/L krvi, a nedovoljna opskrba je kada je njegova koncentracija ispod 1,5 mg/l krvi (Herdt i Stowe, 1991). Koncentracija vitamina A u krvi krava opada u razdoblju oko teljenja jer se luči u kolostrumu. Uzima se da je krava dobro opskrbljena retinolom kada je njegova koncentracija veća od 0,4 mg/L plazme (Jukola i sur., 1996). Svakih porast vitamina A od 100 ng/mL u plazmi krava tjedan prije teljenja smanjuje za 60 % pojavu mastitisa u krava nakon teljenja (LaBlanc i sur., 2004). Kravama oko teljenja opada koncentracija β -karotena sa 33 $\mu\text{g}/\text{dL}$ na 17,1 $\mu\text{g}/\text{dL}$ tjedan dana nakon

teljenja da bi se opet vratila u normalu dva mjeseca nakon teljenja (Olivera i sur., 2015). Junad na paši tijekom proljeća u odnosu na zimsku hranidbu u štali ima 4-6 puta višu koncentraciju β -karotena u plazmi (8 - 12:2 $\mu\text{g/ml}$) ovisno od njenog sadržaja u paši (Blanco i sur., 2019).

3. Materijali i metode

3.1. Pokus

Pokus je proveden na ekološkoj farmi Angus goveda OPG Nataša Vujec. Nasumično je izabrano 10 bređih krava prosječne težine 550 kg te je u njihovoj kao i krvi njihove teladi određivana koncentracija retinola od 15.01.2019. do 30.04.2019. Krv je izvađena iz jugularne vene u epruvete s heparinom na dan teljenja nakon sisanja kolostruma, 4. dana kada telad prelazi na prijelazno mlijeko, 31. dana, 59. dana i 90. dana nakon teljenja. Pri svakom vađenju krvi izvađeno je po 4 mL u dvije vacutube što ukupno iznosi 8 mL krvi. Sva telad je cijelo trajanje pokusa bila uz kravu te se hranila kolostrumom, prijelaznim mlijekom i mlijekom. Krave su provele prvih 60 dana zatvorene u štali gdje su hranjene sa livadnim sijenom, sjenažom livadnih trava i lucerne i soli u kamenu s vitaminom A. Od 60. do 90. dana krave su puštene na ispašu zajedno s teladi.



Slika 3.1. Sisajuća telad s kravama dojiljama

Izvor: Vujec. OPG Nataša Vujec

Nakon uzorkovanja, krv teladi i krava centrifugirana je 15 minuta pri 4.000 okretaja kako bi se odvojila plazma. Nakon odvajanja plazme, vacutube su se otvorile kako bi se kapaljkom za doziranje odvojilo 4 mL plazme, po 2 mL iz svake vacutube, koja se spremila u plastične epruvete s čepom i skladištila na -20 °C do laboratorijske analize. Hrana za krave, sijeno, sjenaža i paša, se uzorkovala po 50 g te je vakumirana i skladištena na -20 °C do laboratorijske analize.



Slika 3.2. Smrznute plastične epruvete s uzorcima plazme

3.2. Hranidba krava i teladi

Krave su prvih 60 dana hranjene livadnim sijenom i sjenažom livadnih trava i lucerne. U tablici 3.2.1. nalaze se inventarizirane vrste iz suhog sijena. Tablica 3.2.2. prikazuje kemijski sastav sijena i sjenaža kojim su krave hranjene tijekom pokusa.. U zadnjih 30 dana pokusa krave su bile puštene na ispašu gdje su pasle ad libitum. Tijekom cijelog trajanja eksperimenta krave su imale pristup mineralnoj soli u kamenu s dodatkom vitamina A, D₃ i E od proizvođača Schaumann čiji se kemijski sastav nalazi u tablici 3.2.3.

Tablica 3.2.1. Inventarizirane vrste iz suhog sijena

<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	<i>Avena sativa</i> L.
<i>Alopecurus pratensis</i> L.	<i>Avena fatua</i> L.
<i>Poa trivialis</i> L.	<i>Achillea millefolium</i> L.
<i>Poa pratensis</i> L.	<i>Trifolium pratense</i> L.
<i>Sanguisorba minor</i>	<i>Trifolium repens</i> L.
<i>Salvia pratensis</i> L.	<i>Rumex crispus</i> L.
<i>Centaurea jacea</i> L.	<i>Aira elegantissima</i>
<i>Lotus corniculatus</i> L.	<i>Agrostis stolonifera</i> L.
<i>Equisetum arvense</i> L.	<i>Potentilla anserina</i> L.
<i>Betonica officinalis</i> L.	<i>Potentilla erecta</i> L.
<i>Geranium robertianum</i> L.	<i>Cynosurus cristatus</i> L.
<i>Daucus carota</i> L.	

Tablica 3.2.2. Kemijska analiza sijena i sjenaže

Metode	Jedinice	Sijeno 1. otkos	Sijeno 2. otkos	Sjenaža 1. otkos	Sjenaža 2. otkos
Suha tvar	g/kg	1000	1000	1000	1000
Pepeo	g/kg	67	101	86	102
Sirovi protein	g/kg	75,3	109,5	101,1	129,9
Neutralna detergent vlakna	g/kg	627	535	659	630
Kisela detergent vlakna	g/kg	410	340	412	385
Kalcij	g/kg	7,5	8,1	4,1	4,9
Fosfor	g/kg	1,6	2,5	2,5	2,5
Kalij	g/kg	12,1	13	21,3	23,1
pH		/	/	4,93	5,47

Tablica 3.2.3. Kemijski sastav mineralno vitaminske soli za lizanje

Sastav	Jedinice
Kalcij	% 8,0
Fosfor	% 2,5
Natrij	% 11,5
Magnezij	% 11,0
Cink	mg/kg 6.000
Mangan	mg/kg 4.000
Bakar	mg/kg 1.200
Kobalt	mg/kg 18
Jod	mg/kg 100
Selen	mg/kg 40
Vitamin A	IJ/kg 250.000
Vitamin D ₃	IJ/kg 50.000
Vitamin E	mg/kg 500

3.3. Određivanje koncentracije β -karotena i retinola u plazmi i hrani

Analize određivanja koncentracije β -karotena i retinola u plazmi teladi i krava i hrani su rađene u laboratoriju na Agronomskom fakultetu na Zavodu za hranidbu životinja. Analize su rađene po metodologiji opisanoj od strane Pickworth i suradnika. Uzorci plazme u plastičnim epruvetama stavljeni su na sobnu temperaturu kako bi se odledili i pripremili za analizu. U zasebne epruvete uzeto je 2 mL plazme, 2 mL etanola i 2 mL heksana koji je služio kao ekstraktor te je uzorak vorteksiran i stavljen na centrifugiranje pri 4.000 okretaja na 5 minuta. Nakon centrifugiranja, odvojeni heksan je kapaljkom za doziranje odvojen u posebne tikvice. Postupak se ponavlja do obezbojenja. Tikvice se koriste i za uparavanje. Nakon uparavanja, ostatak ekstrakta je otopljen u etil acetatu i pripremljen za HPLC analizu.

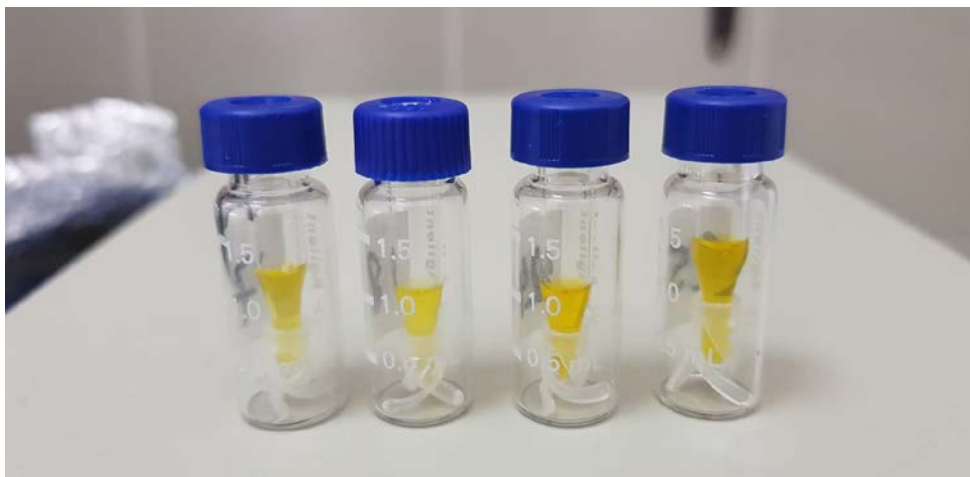


Slika 3.1. Tikvice za uparavanje s uzorcima



Slika 3.2. Uzorci pripremljeni za HPLC (lijevo – tele, desno – krava), 3. uzorkovanje

Izvor: Kljak, Laboratorij za ispitivanje hrane za životinje



Slika 3.3. Uzorci pripremljeni za HPLC (lijevo – tele, desno – krava), 4. uzorkovanje

Izvor: Kljak, Laboratorij za ispitivanje hrane za životinje



Slika 3.4. Uzorci pripremljeni za HPLC (lijevo – tele, desno – krava), 5. uzorkovanje

Izvor: Kljak, Laboratorij za ispitivanje hrane za životinje

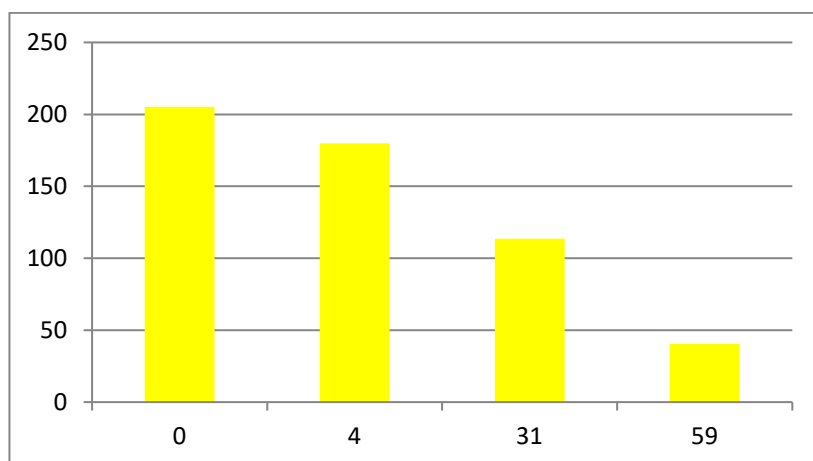
Uzorci krmiva su se odleđivali te se odvajao 1 g usitnjenog uzorka u epruvete. Za ekstrakciju dodalo se 3 mL heksan/etanol ekstrakta. Zatim su se uzorci vorteksirali i stavljali na centrifugiranje na 10 minuta na 4.000 okretaja nakon čega se organska faza odvajala u tubu u koju je dodano 6 mL 15 % NaOH otopljenog u etanolu. Uzorci ostavljeni preko noći na saponifikaciji su isprani vodom i prebačeni u okruglu tikvicu za uparavanje. Ostatak se pripremio za analizu HPLC metodom. Konverzija 1 mg all - trans β karotena daje 400 IJ vitamina A (NRC; 2016).

Statistička analiza dobivenih rezultata napravljena je upotrebom SAS programa.

4. Rezultati i rasprava

4.1. Karotenoidi u krmivima

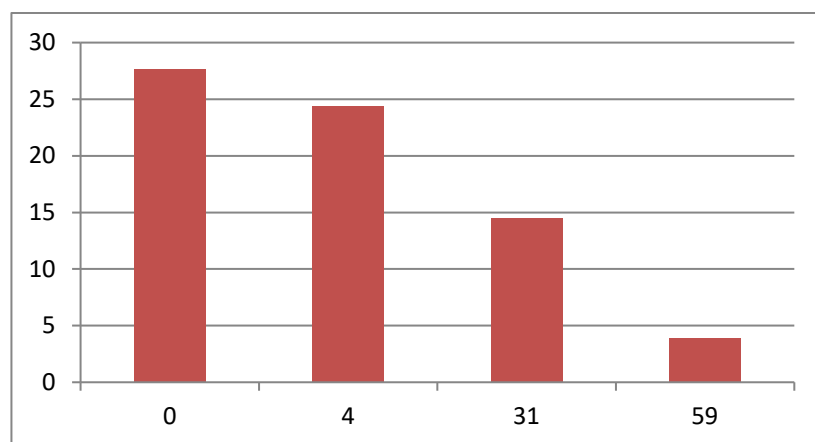
Generalno za krmiva se može reći da je sadržaj karotenoida u krmivima utjecao na količinu retinola u plazmi krava i teladi. Može se reći da je prosječni sadržaj analiziranih karotenoida u sijenu, sjenaži i paši (4.1.1. - 4.1.5.) viši nego u istraživanjima Cardinault i sur. (2004) što objašnjavamo raznovrsnim botaničkim sastavom s livade. Isto tako u korištenim voluminoznim krmivima je koncentracija luteina oko devet puta viša od β -karotena što je suglasno sa rezultatima Caldero i sur. (2007) te Graoulet i sur (2019). Međutim za zdravlje krava i teladi je važan provitamin β -karoten (Yang i sur., 1992). Utvrđeni najviši sadržaj karotenoida u zelenoj krmu pa zatim sjenaži i sijenu je rezultat njihovog postupnog opadanja tijekom svake faze spremanja sijena i sjenaže (Chauveau-Duriot i sur., 2005, Agabriel i sur., 2007; Mogensen i sur., 2012). U sijenu se u usporedbi sa sjenažom znatnije smanjivao sadržaj tri promatrana karotenoida (4.1.1. - 4.1.5).



Graf 4.1.1. Sadržaj luteina u sijenu ($\mu\text{g/g}$ suhe tvari)

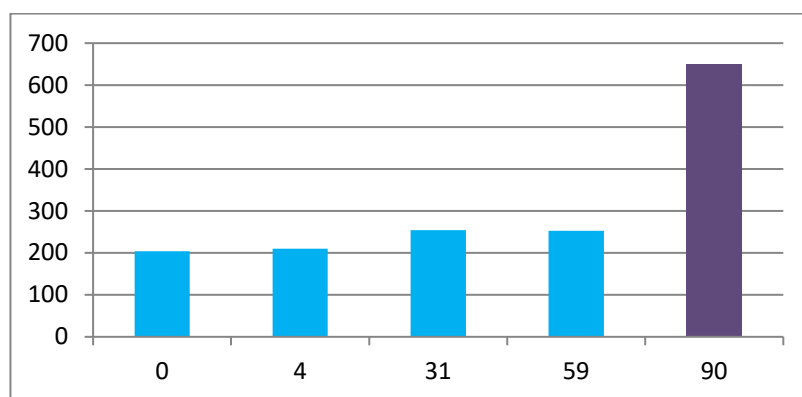
Ovo može biti objašnjeno stajanjem i dugim skladištenjem bala sijena koje su bile omotane samo u mrežu. Veći je gubitak karotenoida u sijenu koje je bilo izloženo djelovanju sunčevih zraka i kisika iz zraka nego u balama sjenaže obavijene UV i zrako nepropusnim slojem folije (Chauveau-Duriot i sur., 2005).

Sadržaj karotenoida u paši kojom su se krave hranile od 60. do 90. dana pokusa prikazan je u posljednjim stupcima označenim zasebnom bojom. Značajno viši sadržaj karotenoida u paši doprinosi velikom skoku koncentracije retinola u plazmi krava i teladi.



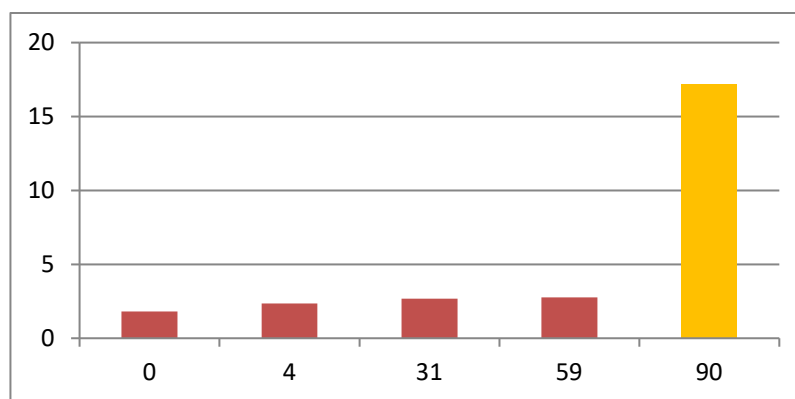
Graf 4.1.2. Sadržaj β-karotena u sijenu (µg/g)

Sadržaj tri promatrana karotenoida (graf 4.1.3. – 4.1.5) u paši je znatno viši nego u drugim istraživanjima sumiranim u radu. Kalač, (2012) iznosi da se sadržaj luteina u paši kreće u rasponu (136 - 262 µg/g ST), a β-karotena od 32 - 63 µg/g ST. Međutim, sličan je sadržaju β-karotena u preglednom radu Ballet i sur. (2000) koji iznose da je u ranom stadiju rasta njegov prosječni sadržaj vrlo visok (300 µg/g ST), ali je jako varijabilan, a najviša vrijednost iznosi čak 606 µg/g ST.

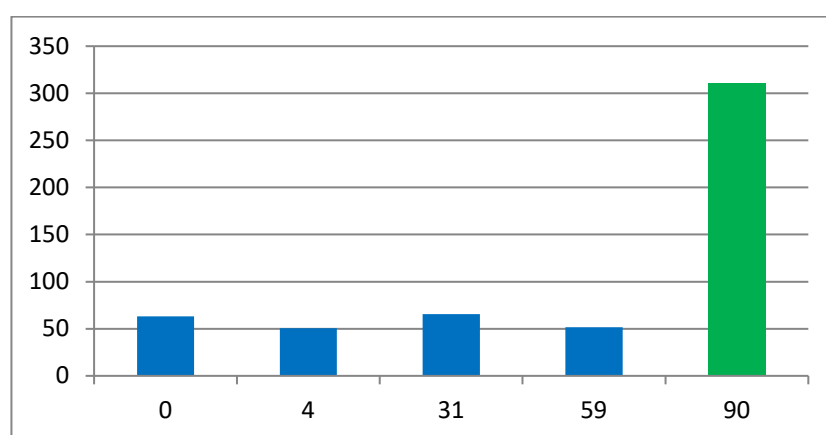


Graf 4.1.3. Sadržaj luteina u sjenaži i paši (µg/g ST)

Prema istom autoru glavni uzroci razlika u sadržaju karotenoida u zelenoj krmu i paši su visok udjel mladoga lista i gnojidba. Smatram da su raznovrsnost botaničkog sastava, vegetativni stadij paše i dobro uzorkovanje te konzerviranje najviše doprinijeli visokoj koncentraciji luteina, β-kriptoksantina i β-karotena u paši.



Graf 4.1.4. Sadržaj β -kriptoksantina u sjenazi i paši ($\mu\text{g/g}$ suhe tvari)



Graf 4.1.5. Sadržaj β -karotena u sjenazi i paši ($\mu\text{g/g}$ suhe tvari)

Teoretski, kada se ne uzima u obzir biodostupnost tada goveda iz β -karotena u kg upravo baliranog sijena dobiju 11200 IJ/kg ST, a odstajalog sijena samo 1600 IJ/kg ST. U prvom slučaju krave dobiju dovoljno dok u drugom dobiju nedovoljno za podmirenje potreba pri konzumaciji od čak 10 kg/d ST (NRC, 2016).

Suprotno sijenu, kada bi se krave hranile samo sjenazom trava potpune iskoristivosti β -karotena dobile bi 20000 IJ/kg ST što pri konzumaciji od samo 5 kg ST sjenaze podmiruje kravama teškim 550 kg potrebnu dnevnu (48400 IJ/D) količinu vitamina A (INRA, 2018).

Teoretski paša bogata β -karotenom daje kravama pri konzumaciji samo 1 kg suhe tvari 122000 IJ što je više nego dovoljno za krave tovni pasmina goveda. Međutim, kada krma sadrži puno β -karotena tada se smanjuje njegova konverzija u vitamin A i povećano se taloži u jetri (Ballet i sur., 2000).

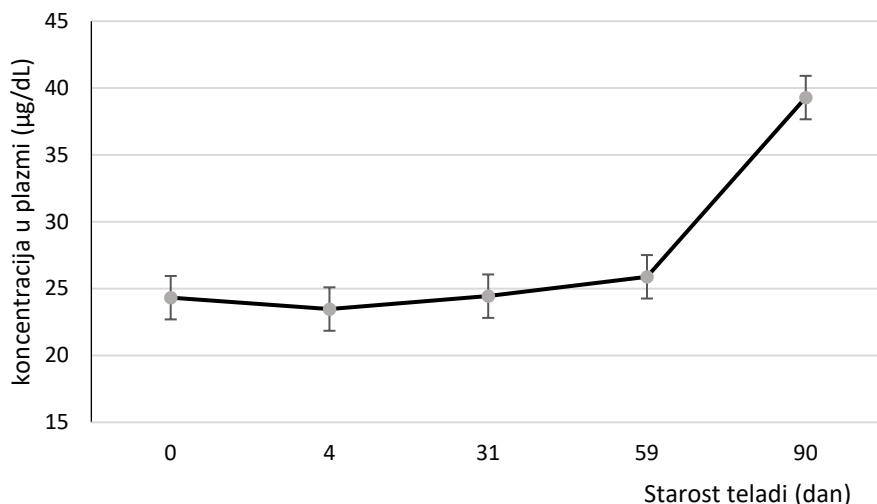
Visokomliječne krave se u pravilu hrane sa preko 40%, a junad preko 80% koncentrata u ST obroka što dodatno razara u buragu i smanjuje konverziju β -karotena u vitamin A (Rode i sur., 1990; INRA, 2018). U intenzivnom završnom tovu junadi sa puno energije - žitarica i malo vlakana preporučuje se 50% viša koncentracija retinola od standardne u suhoj tvari obroka.

4.2. Retinol u plazmi krava

Prosječne vrijednosti retinola u plazmi krava dojilja utvrđene su metodom najmanjeg kvadrata. Prosječna vrijednost koncentracije retinola u plazmi na dan teljenja bila je 24,322 µg/dL. Visoka korelacija sadržaja retinola i plazmi i krvi (Thompson, 1968) omogućuje dobru procjenu sadržaja u kolostrum tovnih krava iz sadržaja retinola u plazmi. dobar je pokazatelj njegove koncentracije u kolostrumu. Naime, teško je dobiti kolostrum od slobodno držanih tovnih pasmina krava. Prosječna vrijednost retinola u plazmi krava nije se značajno mijenjala kroz prvih 60 dana laktacije. U ovom periodu su krave bile hranjene sijenom i sjenazom sličnog kemijskog sastava uz slobodan pristup soli za lizanje s vitaminsko mineralnim dodatkom. Koncentracije retinola je 4. dana iznosila 23,471 µg/dL, 31. dana 24,435 µg/dL, a 59. dana 25,885 µg/dL. Utvrđene razine retinola nalaze se u rasponu od 0,21 do 0,31 mg/L koje su utvrdili Johansson i sur. (2014) i niže od 0,4 mg/L plazme koliko je potrebno za zdravlje vimena (Jukola i sur.,1996). Međutim, dobivene vrijednosti su unutar granica koje Chew (1987) iznosi da su optimalne koncentracije retinola u plazmi za većinu životinja, a iznose 20 - 50 µg/dL.

Ove vrijednosti se kreću različitom krivuljom od onih utvrđenih kod teladi što ukazuje na različitu opskrbu kolostruma i mlijeka vitaminom A bez obzira na koncentraciju u plazmi. Koncentracija retinola u plazmi krava 90. dana iznosila je 39,289 µg/dL. Takva promjena koncentracije uzrokovana je hranidbom koja se promijenila 60. dana pokusa kada su krave zajedno s teladi puštene na pašu. Krave pri prelazu sa zimske hranidbe na pašu već za 2 - 3 dana imaju maksimalnu koncentraciju vitamina A u plazmi i mlijeku (Thompson, 1968). Ovaj skok koncentracije retinola u plazmi krava značajno je utjecao i na retinol u plazmi teladi. Graf 4.2.1. prikazuje koncentraciju retinola u plazmi krava dojilja. Standardna greška iznosila je 1,6247. Gledajući signifikantnost ovih rezultata, jedina vrijednost koja značajno odstupa je koncentracija retinola u plazmi krava 90. dana pokusa. Ovakvu promjenu koncentracije pripisujemo promjeni hranidbe 60. dana pokusa na pašu koja je značajno bogatija karotenoidima kao što je i prikazano u grafovima u poglavlju 4.3. Karotenoidi u krmivima. Olivera i sur. (2015) navode kako koncentracija β-karotena oko teljenja pada na 17,1 µg/dL te se vraća u normalu tijekom dva mjeseca no u ovom istraživanju je koncentracija u krvi ostala >20 µg/dL u svakom trenutku u prva četiri mjeseca nakon teljenja.

Retinol u plazmi krava

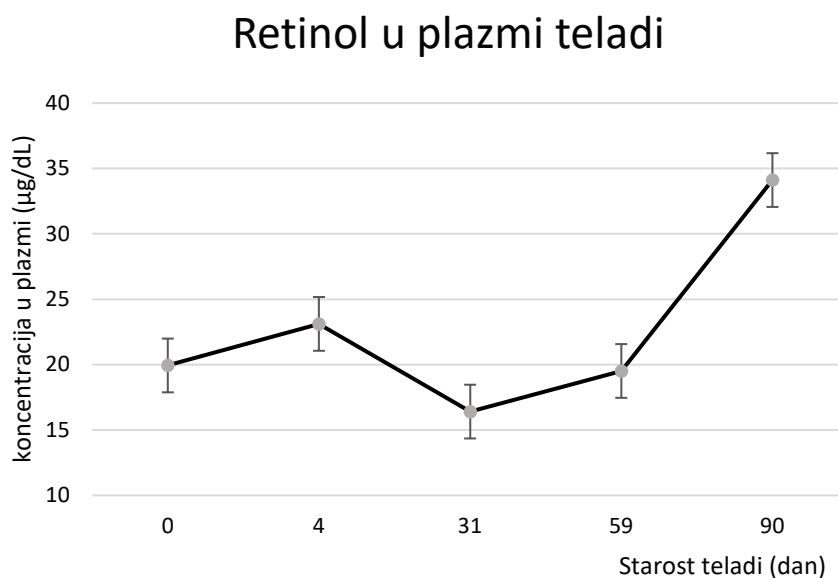


Graf 4.2.1. Retinol u plazmi krava

4.3. Retinol u plazmi teladi

Metodom najmanjeg kvadrata utvrđene su prosječne vrijednosti retinola u plazmi sisajuće Angus teladi. Kolostrum sadrži oko 23 µg/dL retinola i 12 µg/dL β-karotena (Johansson i sur., 2014) što ovisi od njegove koncentracije u plazmi krave. Tele u prvim danima života sisa kolostrum i time povećava količinu vitamina u plazmi i rezerve u organizmu. Novorođena telad je nakon popijenog kolostruma imala prosjek od 19,935 µg/dL retinola u plazmi. Navedena vrijednost je znatno viša od podataka koje iznosi Pamić (2018) za telad Holstein pasmine (14,3 µg/dL) što se može objasniti višom sadržajem retinola u kolostrum krava hranjenih potpuno voluminoznim obrokom na kojem je viša apsorpcija karotenoida iz hrane (INRA, 2018). Nadalje u teladi je apsorpcija retinola i β – karotena visoka iz tekuće hrane kao što je mlijeko (Bierer i sur., 1995) i iz kolostruma i mlijeka višeg sadržaja β laktoglobulina (Kushibiki i sur., 2001). Četvrtog dana nakon rođenja telad je u plazmi imala nešto više retinola što je u prosjeku iznosilo 23,113 µg/dL, a što je blizu optimalne razine od 25 µg/dL (Bonda i sur., 1980). Iako koncentracija retinola opada sa brojem mužnji kolostruma od 1 do 4 dana tele siše više kolostruma pa četvrti dan dobije veću količinu retinola i β-karotena (Hidiroglou 1989). Prosječna količina retinola u plazmi teladi 31. dana nakon teljenja je bila 16,407 µg/dL, a 51. dana 19,514 µg/dL. Mlijeko sadrži značajno manje vitamina od kolostruma te je ovaj pad vitamina A u plazmi teladi očekivan, a razlika između 31. i 59. dana može biti objašnjena povećanjem količine posisanog mlijeka proporcionalnom rastu teladi. 60. dana je telad zajedno s majkama puštena na ispašu koja je značajno bogatija β-karotenom od sijena i sjenaže. Telad je u prosjeku 90. dana imala 34,115 µg/dL retinola u plazmi što se slaže sa navodima Blanco i sur. (2019) koji su našli čak pet puta više koncentraciju β-karotena u krvi junadi na paši nego na zimskom obroku.

Ova značajna promjena koncentracije retinola u plazmi pripisuje se promjeni hranidbe krava u zadnjih 30 dana pokusa. Graf 4.1.1. prikazuje kretanje koncentracije retinola u plazmi sisajuće teladi u ovom pokusu te se u njemu jasno vidi promjena. U pravilu, osim 31. dana, utvrđene vrijednosti sadržaja retinola u plazmi teladi nalaze se unutar fiziološki optimalnih (20 - 50 $\mu\text{g/dL}$) za domaće životinje (Chew, 1987). Pri mjerenju koncentracije retinola u plazmi važno je vrijeme uzimanja uzorka. Naime koncentracija retinola dostiže svoj maksimum istekom 8 h nakon hranjenja (Kushibiki i sur., 2001).



Graf 4.3.1. Retinol u plazmi teladi

Pamić (2018) u svom istraživanju gdje je praćena koncentracija retinola u plazmi teladi hranjenih kolostrumom, prijelaznim mlijekom i zamjenicom navodi kako je prosječna koncentracija retinola u plazmi teladi bila 14,3 $\mu\text{g/dL}$ 1. dan, 4,9 $\mu\text{g/dL}$ 3. dan, 7,4 $\mu\text{g/dL}$ 21. dan i 3,9 $\mu\text{g/dL}$ 42. dan pokusa. Ove prosječne vrijednosti su niže od onih dobivenih u ovom istraživanju, ali postoji sličnost u padu koncentracije retinola u plazmi od 1. do 30. dana starosti. Ostatak krivulje prosječnih vrijednosti se ne podudara s ovim istraživanjem. Berry i Moore (1944) navode u svom istraživanju u kojem je praćena koncentracija vitamina A u plazmi teladi u prvih sedam dana života kako je neovisno o pasmini (holstein, ayrshire, jersey, guernsey) koncentracija retinola u plazmi teladi iznosila 13,8 – 20,1 $\mu\text{g/dL}$. Torsein i sur. (2011) su utvrdili da je veći mortalitet teladi sa niskom razinom α -tokoferola, retinola i β -karotena u plazmi.

4.4. Korelacija provitamina u hrani s koncentracijom retinola u plazmi teladi i krava

Najznačajniji utjecaj na koncentraciju retinola u plazmi teladi i krava imali su β -karoten, lutein, β -kriptoksantin i α -tokoferol. Korelacije i signifikantnosti prikazane su

u tablici 4.4.1. gdje je signifikantnost naglašena oznakama “*”. Nije bilo korelacije između zeaksantina u krmivima i vitamina A u plazmi krava i teladi. Pokazala se značajna korelacija između retinola u plazmi krava i plazmi teladi, a najznačajnije korelacije su bile između luteina, β -karotena i β -kriptoksantina u sjenaži i paši i retinola u plazmi teladi i krava.

Tablica 4.4.1. Korelacije i signifikantnost provitamina u hrani i koncentracije retinola u plazmi

	Retinol - telad	Retinol - krave
Sijeno lutein	0,32 0,041*	-0,11 0,48
Sijeno β -karoten	0,33 0,038*	-0,084 0,60
Sjenaža i paša lutein	0,65 <0,0001***	0,78 <0,0001***
Sjenaža i paša zeaksantin	0,26 0,07	0,16 0,26
Sjenaža i paša β -kriptoksantin	0,7 <0,0001***	0,65 <0,0001***
Sjenaža i paša β -karoten	0,65 <0,0001***	0,74 <0,0001***
Sjenaža i paša α -tokoferol	0,44 0,0016**	0,6 <0,0001***
Retinol - krave	0,43 0,0017**	/

* 0,05 – 0,01

** 0,01 – 0,001

***<0,001

Mogensen i sur. (2012) su utvrdili u ekološkoj proizvodnji mlijeka da sa svakih 100 mg β -karotena iz voluminozne krme raste njegovo izlučivanje u mlijeku za u prosjeku 0,6 mg/dL.

5. Zaključak

U provedenom istraživanju praćene su koncentracije retinola i provitamina u plazmi 10 teladi i krava dojlja, koji su tijekom cijelog pokusa bili držani zajedno, i voluminoznim krmivima kojima su krave bile hranjene. Sadržaj karotenoida je bio najveći u zelenoj paši pa sjenaži te sijenu. Koncentracija retinola u plazmi krava i teladi mijenja se sa prelaskom sa zimske hranidbe na proljetnu hranidbu. Koncentracija retinola u plazmi teladi nalazi se unutar fiziološki prihvatljivih granica. Sadržaj retinola u plazmi krava i teladi je odraz karotenoida u hrani.

6. Literatura

1. Agabriel J., De La Torre A. (2018). INRA feeding system for ruminants. INRA. Pp 287-290.
2. Agabriel, C., A. Cornu, C. Journal, C. Sibra, P. Grolier, Martin, B. (2007). Tanker milk variability according to farm feeding practices: Vitamins A and E, carotenoids, color, and terpenoids. *J. Dairy Sci.* 90:4884–4896.
3. Akar Y. i Gazioglu A. (2006). Relationship between vitamin A and β -carotene levels during the postpartum period and fertility parameters in cows with and without retained placenta. *BullVet Inst Pulawy* 50:93-96
4. Arias, E., A., Gonza, A. Shimada, A., Varela-Echavarria, G.A.M.,. Ruiz-Lo, F., During, A., Mora, O. (2009). β -Carotene is incorporated or mobilized along with triglycerides in bovine adipose tissue in response to insulin or epinephrine. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 93:83–93
5. Baldi G., Compiani R., Rossi C. A. S. (2016). *Alltech Beef Nutritional Manual*. University of Milan. 11:3-16.
6. Baldwin, T.J., Rood, K.A., Kelly, E.J., Hall, J.O. (2012). Dermatopathy in juvenile Angus cattle due to vitamin A deficiency. *J Vet Diagn Invest.* 2012;24:763–6.
7. Ballet, N., Robert, J.C., Williams, P.E.V. (2000). *Vitamins in forages*. Wallingford UK: CABI Publishing. Forage evaluation in ruminant nutrition.
8. Berry I., Moore L. A. (1944). Effect of colostrum on the vitamin A and carotene content of blood plasma of new-born calves. Department of Dairy Husbandry, University of Maryland.
9. Blanco, M., Ripoll, G., Casasús, I., Bertolín, J.R., Joy, M (2019). Carotenoids and tocopherol in plasma and subcutaneous fat colour to trace forage-feeding in growing steers. *Livestock Science.* 219:104-110.
10. Bierer, T. L., Merchen, N. R., Erdman, J. W. (1995) Comparative absorption and transport of five common carotenoids in preruminant calves. *J. Nutr.* 125: 1569–1577.
11. Blomhoff, R., Blomhoff, H.K., (2006). Overview of retinoid metabolism and function. *J Neurobiol* 66:606–630
12. Bouda, J., Jagos, P., Dvořák, V.L., Hamsík, V. (1980). Vitamin A and carotene metabolism in cows and their calves fed from buckets” 1980, *Acta Vete. Brno* 49: 45- 52.
13. Booth, V.H. (1964). Alpha-tocopherol content of forage crops. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 15(5), 342-344.
14. Booth, V.H., Hobson-Frohock, A. (1961). Alpha-tocopherol content of leaves as affected by growth rate. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 12(3), 251-255.
15. Bošnjak K., Knežević M., Leto J., Perčulija G., Vranić M. (2006). Tehnološko-tehničke osnove sustava krava tele.

- <[https://www.researchgate.net/publication/27188042_ Tehnolosko-tehnicke_osnove_sustava_krava_tele](https://www.researchgate.net/publication/27188042_Tehnolosko-tehnicke_osnove_sustava_krava_tele)> Pristupljeno: 10. svibnja 2019.
16. Botana, A., González, L., Dagnac T., Resch-Zafra C., Pereira-Crespo, S., Veiga, M., Fernández - Lorenzo B., Flores-Calvete, G. (2017). Fatty acids, carotenoids and fat-soluble vitamin contents in dairy cow milk from autumn grazing in Galicia (NW Spain). Grassland resources for extensive farming systems in marginal lands: major drivers and future scenarios. Proceedings of the 19th Symposium of the European Grassland Federation. Alghero, Italy. 7-10 May 2017. 115-117.
 17. Brown, F. (1953). The tocopherol content of farm feeding-stuffs. Journal of the Science of Food and Agriculture 4(4), 161-165.
 18. Carter, W.R.B. (1960). A review of nutrient losses and efficiency of conserving herbage as silage, barn-dried hay and field-cured hay. Journal of the British Grassland Society 15(3), 220-230.
 19. Caldero, F., Chauveau-Duriot, B., Pradel, P., Martin, B., Graulet, G., Doreau, M., Nozier, P. (2007). Variations in carotenoids, vitamins A and E, and color in cow's plasma and milk following a shift from hay diet to diets containing increasing levels of carotenoids and vitamin E. J. Dairy Sci. 90:5651–5664.
 20. Cardinault, N., M. Doreau, and P. Nozie`re. 2004. Fate of carotenoids in the rumen. Renc. Rech. Rumin. 11:82.
 21. Chew B.P. i Johnson L.A. (1985). Effects of supplemental vitamin A and β -carotene on mastitis in dairy cows. J Dairy Sci 68(suppl.1): 191.
 22. Chew, B. P. (1987). Vitamin A and β -carotene on host defense. J. DairySci. 70:2732–2743.
 23. Chauveau-Duriot, B., Thomas, D., Portelli, j., Doreau, M. (2005). Carotenoids content in forages: Variation during conservation. Renc. Rech. Rumin. 12:117.
 24. Crystalyx Brand Supplements (2018). The role of vitamin A in ruminant nutrition, <<https://www.drovers.com/article/role-vitamin-ruminant-nutrition>> Pristupljeno 22.kolovoz 2019.
 25. CSIRO - Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation. Nutrient requirements of domesticated ruminants. CSIRO Publishing, Collingwood, 2007.
 26. Cuttriss, A. J., Cazzonelli, C. I., Wurtzel, E. T., Pogson, B. J. (2011). Carotenoids. In F. Rébeillé & R. Douce (Eds.), Biosynthesis of Vitamins in Plants. Part A, Vitamins A, B1, B2, B3, B5 (pp. 1-36).
 27. Dahlquist, S.P. i Chew B.P. (1985). Effect of vitamin A and β -carotene on mastitis in dairy cows during the early dry period. J Dairy Sci 68 (Suppl.1): 191
 28. De La Torre, S., Vicente F., Royo, L. (2017). Dairy cows eating grass produce milk with a higher proportion of fat-soluble antioxidants. Grassland Science in Europe, Vol. 23 – Sustainable meat and milk production from grasslands. 442-445.

29. Debelo, H., Novotny, J.A., Ferruzzi, M.G. (2017). Vitamin A. *Adv. Nutr.* 8:992–994; doi: <https://doi.org/10.3945/an.116.014720>
30. Debier, C. i Larondelle, Y. (2005). Vitamins A and E: metabolism, roles and transfer to offspring- *Br. J. Nutr.* 93, 153-174
31. Debier, C., Pottier J., Goffe C. i Larondelle Y.(2005). Present knowledge and unexpected behaviours of vitamins A and E in colostrum and milk. *Livest Prod Sci* 98:135-147
32. DellaPenna, D. i Pogson, B.J. (2006). Vitamin synthesis in plants: tocopherols and carotenoids. In: *Annual Review of Plant Biology*. pp. 711-738.
33. Edwards R. A., Greenhalgh J. F. D., McDonald P., Morgan C. A., Sinclair L. A., Wilkinson R. G. (2011). *Animal Nutrition Seventh Edition*. Benjamin Cummings. 74 – 78
34. EFSA - European Food Safety Authority (2013). Scientific Opinion on the safety and efficacy of vitamin A (retinyl acetate, retinyl palmitate and retinyl propionate) as a feed additive for all animal. *EFSA Journal*. 11(1):3037
35. Eicher, S. D., Morrill, J. L. and Blecha, F. (1994). Vitamin concentration and function of leukocytes from dairy calves supplemented with vitamin A, vitamin E, and α -carotene in vitro. *J. Dairy Sci.* 77, 560–565.
36. Engelking, L. (2014). *Textbook of Veterinary Physiological Chemistry*. 3rd Edition. Academic Press, USA, 773.
37. Esmail, S.H.M. (2003). *Feed Mix*, 2:33-34.
38. Eurostat (2019). Organic farming statistics. <[https:// ec.europa.eu/eurostat /statistics - explained/index.php/Organic_farming_statistics](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics)> Pristupljeno: 11. svibnja 2019.
39. FAO (2019). FAOSTAT <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/RL/visualize>> Pristupljeno: 12.svibnja 2019.
40. FiBL & IFOAM – Organics International (2019). *The World of Organic Agriculture*. Medienhaus Plump, Germany. Pp 36, 76.
41. Franklin S.T., Soremson C.E., Hammell D.C. (1998). Influence of vitamin A supplementation in milk on growth, health, concentrations of vitamins in plasma, and immune parameters of calves. *J. Dairy Sci.* 81, 2623–2632
42. Gallina, A.M., Helmboldt, C.F., Frier, H.I., Nielsen, S.W., Eaton, H.D. (1970). Bone growth in the hypovitaminotic A calf. *J Nutr.*100:129–41.
43. Graulet, B., Cirié, C.,Martin, B. (2019). Contrasted effects of dietary extruded linseed supplementation on carotenoid and liposoluble vitamin status in lactating Holstein or Montbéliarde cows fed hay or corn silage. *J. Dairy Sci.* 102:6210–6225.
44. Grbeša D. (2017). Interna skripta za studente „Krmiva za krave“, Agronomski fakultet

45. Hammell, D.C., Franklin, T., Nonnecke, B.J. (2000). Use of the relative dose response (RDR) assay to determine vitamin A status of calves at birth and four weeks of age. *J Dairy Sci* 83:1256–1263.
46. Harris, C.L., Wang, Bo., Deavila, J.M., Busboom, J.R., Maquivar, M., Parish, S., McCann, B., Nelson¹, M.L., Du, M. (2018). Vitamin A administration at birth promotes calf growth and intramuscular fat development in Angus beef cattle. *Journal of Animal Science and Biotechnology* (2018) 9:55 – 64.
47. Harrison, E. H., (2005). Mechanism of digestion and absorption of dietary vitamin A. *Annu. Rev. Nutr.* 25, 87-103
48. Havaux, M., Eymery, F., Porfirova, S., Rey, P., Dormann, P. (2005). Vitamin E protects against photoinhibition and photooxidative stress in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Cell* 17(12), 3451-3469.
49. Herdt, T.H., Stowe, H.D. (1991). Fat-soluble vitamin nutrition for dairy cattle. *Veterinary Clinics of North America-Food Animal Practice* 7(2), 391-415.
50. Hidirglou, M. (1989) Mammary transfer of vitamin E in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 72: 1067–1071
51. Hjarde, W., Hellstrom, V., Akerberg, E. (1963). The contents of tocopherol and carotene in red clover as dependent on variety, conditions of cultivation and stage of development. *Acta Agriculturae Scandinavica* 13(1), 3-16.
52. Holland R.E. (1990). Some infectious causes of diarrhea in young farm animals. *Clin Microbiol Rev.* 3(4):345-375.
53. Hurley, W. L., Doane, R. M. (1989). Recent developments in the roles of vitamins and minerals in reproduction. *J. Dairy Sci.* 72: 784–804
54. Irungbam K., Chavhan S.G., Kulkarni S., Sonphule A.M., Naik L., Hanah S.S. (2013). Hypervitaminosis or Vitamin Poisoning in Animals. *The North.-East Veterinarian*. Vol. XIII., No.2.
55. Johansson, B., Persson, Waller, K., Jensen, S.K., Lindqvist, H., Nadeau, E. (2014). Status of vitamin E and A and β carotene and health in organic dairy cows fed a diet without synthetic vitamins. *J. Dairy Sci.* 97 :1682–1692.
56. Jukola, E., Hakkarainen, J., Saloniemi, H., Sankari, S. (1996). Blood selenium, vitamin E, vitamin A, and β -carotene concentrations and udder health, fertility treatments, and fertility. *J. Dairy Sci.* 79:838–845.
57. Kalač, P. (2012). Carotenoids, ergosterol and tocopherols in fresh and preserved herbage and their transfer to bovine milk fat and adipose tissues: A review. *J Agrobiol* 29(1): 1–13.
58. Kawashima, C., Matsui, M., Shimizu, T., Kida, K., Miyamoto, A. (2012). Nutritional factors that regulate ovulation of the dominant follicle during the first follicular wave postpartum in high-producing dairy cows. *J Reprod Dev.* 2012;58:10–6.

59. Kume S., Toharmat T. (2001). Effect of colostral β -carotene and vitamin A on vitamin and health status of newborn calves. *Livestock Production Science*. Volume 68, Issue 1. Pp 61-65.
60. Kushibiki, S., Hodate, K., Kkurusaki, J., Shingu, H., Ueda, Y., Watanabe, U., Shinoda, M. (2001). Effect of β -lactoglobulin on plasma retinol and triglyceride concentrations, and fatty acid composition in calves. *Journal of Dairy Research*, 68:579–586.
61. LeBlanc, S.J., Herdt, T.H., Seymour, W.M., Duffield, T.M., Leslie, K.E. (2004). Peripartum Serum Vitamin E, Retinol, and Beta-Carotene in Dairy Cattle and Their Associations with Disease. *J. Dairy Sci.* 87:609–619.
62. Lorenz I., Mee J.F., Earley B., More S.J. (2011). Calf health from birth to weaning. I. General aspects of disease prevention. *Irish Veterinary Journal* 64, Article number 10. <https://irishvetjournal.biomedcentral.com/articles/10.1186/2046-0481-64-10>
63. Lotfollahzadeh, S. (2015). Effect of parenteral administration of vitamin A in late pregnant cows on vitamin A status of neonatal. *International Journal of Biological, Biomolecular, Agricultural, Food and Biotechnological Engineering*. 12:1248-12521.
64. Lotthammer K.H. (1979). Importance of β -carotene for the fertility of dairy cattle. *Feedstuffs* 52, 36–38.
65. McCaffery P, Morgan P. J., Stoney P. N., Ransom J (2013). The Rhythm of Retinoids in the Brain. <https://www.researchgate.net/figure/Chemical-structures-of-retinoid-family-members-beta-carotene-structure-1-is-cleaved-by_fig4_258850999> Pristupljeno: 10. rujan 2019.
66. McDowell, L., R. (2008). *Vitamins in Animal and Human Nutrition*, Second Edition. Iowa State University Press.
67. McDowell, L.R. (2000). *Vitamins in animal and human nutrition*. Ames: Iowa State University Press.
68. Merck (2019) β -Karoten. <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/substance/bcarotene53687723540711?lang=en®ion=HR> Pristupljeno: 20. rujan 2019.
69. Meschy, F. (2007), Alimentation minérale et vitaminique des ruminants: actualisation des connaissances. *Productions Animales*, 20, 119-128.
70. Michal J.J., Heirman L.R., Wong T.S. i Chew B.P. (1994). Modulatory effects of dietary cows
71. Michal, J. J., Heirman, L.R., Wong, T.S., Chew, B.P., Frigg, M., Volker, L. (1994). Modulatory effects of dietary β -carotene on blood mammary leukocyte function in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 77:1408–1421.

72. Mogensen, L., Kristensen, T., Søegaard, K., Jensen, S.K., Sehested, J. (2017). Alfa-tocopherol and beta-carotene in roughages and milk inorganic dairy herds. *Livestock Science* 145:44–54.
73. Utematsu, M., Kitahara, O., Sameshima H., Osawa, T. (2016). Serum selenium and liposoluble vitamins in Japanese Black cows that had stillborn. *J. Vet. Med. Sci.* 78(9): 1501–1504.
74. Mogensen, L., Kristensen, T., Søegaard, K., Jensen, S.K., Sehested, J. (2012). Alfa-tocopherol and beta-carotene in roughages and milk in organic dairy herds. *Livest. Sci.* 145:44–54.
75. Morrissey, P. A., Hill, T. R. (2009). Fat-soluble vitamins and vitamin C in milk and dairy products. In P. L. H. McSweeney, P. F. Fox (Eds.), *Advanced dairy chemistry (Lactose, water, salts and minor constituents 3rd ed., Vol. 3, pp. 527–589)*. New York, NY: Springer.
76. Nepoznato (2019). Redland Angus. <<https://redlandangus.com/>> Pristupljeno 20. srpnja 2019.
77. Nonnecke B.J., Roberts M.P., Godkin J.D., Horst R.L., Hammell D.C. i Franklin S.T. (2001). Influence of supplemental, dietary vitamin A on retinol-binding protein concentrations in the plasma of preruminant calves. *J Dairy Sci* 84: 641-648.
78. Noziere, P., Graulet, B., Lucas, A., Martin, B., Grolier, P., Doreau, M. (2006). Carotenoids for ruminants: From forages to dairy products. *Animal Feed Science and Technology* 131(3-4), 418-450.
79. NRC (1996). *Nutrient requirements of beef cattle. 7th rev. edition.* ed. Washington, DC. National Academy Press.
80. NRC (2001). *Nutrient requirements of dairy cattle. 7th rev. edition.* ed. Washington, DC. National Academy Press.
81. NRC (2016). *Nutrient requirements of beef cattle. 8th rev. edition.* ed. Washington, DC. National Academy Press.
82. Oldham E.R., Eberhart R.J. i Muller L.D. (1991). Effects of supplemental vitamin A and β -carotene during the dry period and early lactation on udder health. *J. Dairy Sci.* 74:3775
83. Oliveira, R.C., Guerreiro, B.M., Morais Junior, N.N., Araujo, R.L., Pereira, R.A.N. Pereira, N.N. (2015). Suplementation od prepartum dairy cows with β carotene. *J. Dairy Sci.* 98:6304–6314.
84. Pamić S. (2018). Koncentracija vitamina A i β -karotena u plazmi sisajuće teladi. *Sveučilište u Zagreb Agronomski fakultet.* 38-46.
85. Parker, A.J., Goopy, J.P., Callaghan, M.J.. (2017). Vitamin A deficiency in *Bos indicus* heifers fed a wheat straw diet cannot be corrected with algae lick blocks or intramuscular injectable retinyl palmitate treatments. *Anim Prod Sci.* 57:79-84.
86. Pašalić A. (2018). Sustav krava tele najisplativiji u govedarstvu. <<https://www.agroklub.com/stocarstvo/sustav-uzgoja-krava-tele-najisplativiji-u-govedarstvu/41611/>> Pristupljeno: 11. svibnja 2019.

87. Perry, T.W., Beeson, W.M., Mohler, M.T., Smith, W.H. (1962). Levels of Supplemental Vitamin A with and without sun-cured alfalfa meal for fattening steer calves. *Journal of Animal Science*, 31:333–339.,
88. Pickworth, C.L., Loerch, S.C., Kopec, R.E., Schwartz, S.J., Fluharty, F.L. (2012). Concentration of pro-vitamin A carotenoids in common beef cattle feedstuffs. *Journal of Animal Science*. 90:2011-4217.
89. Pouzo, L.B., Descalzo, A.M., Zaritzky, N.E., Rossetti, L., Pavan, E. (2016). Antioxidant status, lipid and color stability of aged beef from grazing steers supplemented with corn grain and increasing levels of flaxseed. *Meat Sci*. 111, 1–8.
90. Prache, S., Priolo, A., Jailler, H., Dubroeuq, H., Micol, D., Martin, B. (2002). Traceability of grass-feeding by quantifying the signature of carotenoid pigments in herbivores meat, milk and cheese. *Grassl. Sci. Eur.* 7:592–593.
91. Puvogel G., Baumrucker C. i Blum J.W. (2008). Plasma vitamin A status in calves fed colostrum from cows that were fed vitamin A during late pregnancy. *J Anim Physiol Anim Nut* 92: 614-620
92. Puvogel G., Baumrucker C.R., Sauerwein H., Ruhl R., Ontsouk E., Hammon H.M. i Blum J.W. (2005). Effects of an enhanced vitamin A intake during the dry perion on retionoids, lactoferin, IGF system, mammary gland wpithelial cell apoptosis, and subsequent lactation in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88:1785-1800
93. Oliveira R. C., Guerreiro B. M., Morais Junior N. N, Araujo R. L., Pereira R. A. N. i Pereira M. N. (2015) Supplementation of prepartum dairy cows with β -caroten. *J. Dairy Sci.* 98:6304–6314
94. Raederstorff, D., Wyss, A., Calder, P.C., Weber, P., Eggersdorfer, M., (2015). Vitamin E function and requirements in relation to PUFA. *Br. J. Nutr.* 114:1113–1122.
95. Raila, J., Kawashima, C., Sauerwein, H., Hülsmann, N., Knorr, C., Myamoto, A., Schweigert, F.J. (2017). Validation of blood vitamin A concentrations in cattle: comparison of a new cow-side test (iCheck™ FLUORO) with high-performance liquid chromatography (HPLC). *BMC Veterinary Research*. 13:126-132.
96. Ribas-Agustí, A., Díaz, I., Sárraga, C., García-Regueiro, J.A., Castellari, M. (2019). Nutritional properties of organic and conventional beef meat at retail. *Journal of Food and Agrculture*. 99:4218-4225.
97. Rode, L.M., McAllister, T.A., Cheng, K.J. (1990). Microbial degradation of vitamin A in rumen fluid from steers fed concentrate, hay or straw diets. *Can. J. Anim. Sci.* 70: 227-233.
98. Stout, M.A., Benoist, D.M., Drake, M.A. (2018). Technical note: Simultaneous carotenoid and vitamin analysis of milk from total mixed ration-fed cows optimized for xanthophyll detection. *J. Dairy Sci.* 101:4906–4913.
99. Tewari A. (2012). Neonatal Calf Diarrhoea. *Indian Dairy, am.* Pp 54-57.

100. Thomas, J. W., Moore, L.A. (1952). Plasma and storage levels of vitamin A and carotene in relation to intake by calves on different diets. *J. Dairy Sci.* 35:687–692.
101. Thompson, S.Y. (1968). Reviews of the progress of dairy science Section D. Nutritive value of milk and milk products. Fat soluble vitamins in milk and milk products. *Journal of Dairy Research*, 35:149-169.
102. Tjoelker L.W., Chew B.P., Tanaka T.S. i Daniel L.R. (1988). Bovine vitamin A and beta-carotene intake and lactation status. 2.Responsiveness of mitogen stimulated peripheral blood lymphocytes to vitamin A and beta-carotene challenge in vitro. *J dairy Sci* 71:3120.
103. Torsein, M., Lindberg, A., Hallén Sandgren, C., Persson Waller, K., Törnquist, M., Svensson, A. (2011). Risk factors for calf mortality in large Swedish dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 99:136–147
104. Torsein, M., Lindberg, A., Svensson, C., Jensen, S.K., Berg, C., Persson-Waller, K. (2018). α -Tocopherol and β -carotene concentrations in feed, colostrum, cow and calf serum in Swedish dairy herds with high or low calf mortality.
105. Tsai, C.Y., Rezamand, P., Loucks, W.I., Scholte, C.M., Doum, M.E. (2017). The effect of dietary fat on fatty acid composition, gene expression and vitamin status in pre-ruminant calves. *Animal Feed Science and Technology*. 229:32-42.
106. USDA (2007). Dairy 2007, Part I: Reference of Dairy Cattle Health and Management Practices in the United States, 2007. USDA-APHISVS, CEAH, #N480.1007. National Animal Health Monitoring System, Fort Collins, CO.
107. Gerster H. (1997). Vitamin A – Functions, dietary requirements and safety in humans. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* vol 67. 71 – 90
108. Vogel, S., Gamble, M.G., Blaner, W.S. (1999). Biosynthesis, absorption, metabolism and transport of retinoids. In: *Retinoids*. Edited by H. Nau and W.S. Blaner. Springer, New York, NY.
109. Von Lintig, J. (2010). Colors with functions: Elucidating the biochemical and molecular basis of carotenoid metabolism. In: Cousins, R.J. (Ed.) *Annual Review of Nutrition*, Vol 30. pp. 35-56. 978-0-8243-2830-6.
110. Waldner, C. L., Uehlinger, F. D. (2017). Factors associated with serum vitamin A and vitamin E concentrations in beef calves from Alberta and Saskatchewan and the relationship between vitamin concentrations and calf health outcomes. : *Canadian Journal of Animal Science*. 97:65-82.
111. Waldner, C.L., Blakley, B. (2014). Evaluating micronutrient concentrations in liver samples from abortions, stillbirths, and neonatal and postnatal losses in beef calves. *J Vet Diagn Invest*. 26:376–89.

112. Weiss W.P. (1998). Requirements of fat-soluble vitamins for dairy cows. *J Dairy Sci* 81:2493.
113. Wu, G. (2018). *Principles of Animal Nutrition*. CRC Press Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL. USA, p.772.
114. Wynn, P. C., & Sheehy, P. A. (2013). Minor proteins, including growth factors. In P. L. H. McSweeney & P. F. Fox (Eds.), *Advanced dairy chemistry: Vol. 1A: Proteins: Basic aspects*(4th ed., pp. 317–335). New York, NY: Springer.
115. Zanker I.A., Hammon H.M. i Blum J.W. (2000). Beta-carotene, retinal and alpha-tocopherol status in calves fed the first colostrum at 0-2, 6-7, 12-13 ili 24-25 hours after birth. *Int J Vitam Nutr Res* 70:305-310.

Životopis

Iva Vujec rođena je 01.05.1996. u Zagrebu. Tijekom osnovnog obrazovanja pohađala je American School of Milan u Milanu, zatim Matija Gubec International School u Zagrebu i Luanda International School u Luandi. XVI. gimnaziju Zagreb upisala je 2010. godine i završila 2014. U razdoblju od 2010. do 2013. godine sudjelovala je dramskoj skupini na engleskom XVI. gimnazije Zagreb, a u razdoblju od 2011. do 2013. u debatnom klubu BČRSS XVI. gimnazije Zagreb.

Agronomski fakultet u Zagrebu, smjer Animalne znanosti upisala je 2014. i obranila završni rad 2017. godine. Iste godine upisuje smjer Hranidba životinja i hrana.

Aktivno se služi engleskim i francuskim jezikom, a govori talijanski i portugalski.